

ZÜRCHER HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN  
DEPARTMENT LIFE SCIENCES UND FACILITY MANAGEMENT  
INSTITUT UNR

## **Vitalitätsbeurteilung von Jungbäumen in innerstädtischen Brennpunkten**

### **Praxisbeispiel Turbinenplatz**



Bachelorarbeit

von

**Marc Vögelin**

Bachelorstudiengang 2014

Studienrichtung Umweltingenieurwesen

Vertiefung: Urbaner Gartenbau

Abgabedatum: 05. April 2018

Fachkorrektoren:

Axel Heinrich, ZHAW Life Sciences und Facility Management

Andrea Saluz, ZHAW Life Sciences und Facility Management

## Impressum

Adresse des Instituts:

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften

Life Sciences und Facility Management

Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen

Grüental

8820 Wädenswil

Schlagworte:

*Betula pendula*, Turbinenplatz, Gehölzbeurteilung, Vitalitätsbeurteilung, Baumpflege

Zitiervorschlag:

Vögelin M., (2018). Vitalitätsbeurteilung von Jungbäumen in innerstädtischen Brennpunkten Praxisbeispiel Turbinenplatz. Bachelorarbeit. Wädenswil: Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften.

## **Zusammenfassung**

In dieser Arbeit wird anhand eines Praxisbeispiels das Aufnehmen, Bewerten und Optimieren des Allgemeinzustandes von Jungbäumen im innerstädtischen Kontext untersucht. Durch Literaturrecherche und korrektes Interpretieren der Körpersprache von Bäumen sollen Rückschlüsse auf Missstände im Bestand gezogen werden können. Die Bäume werden mit einem im Rahmen dieser Studie erarbeiteten Gehölzanalysewerkzeug erfasst, welches auf die Bedingungen zugeschnitten ist und zielorientiert versucht Lösungsansätze für einen stabilen und vitalen Baumbestand hervorzubringen. Basierend auf der Analyse der Gehölze werden die Bäume kategorisiert, um den Allgemeinzustand zu beschreiben. Für die verschiedenen Kategorien werden Handlungsfelder skizziert. Diese Handlungsfelder reichen von einfachem Monitoring bis hin zu der Fällung und anschliessender Neupflanzung. Die Aufnahme mit dem in dieser Arbeit entstandenen Gehölzanalysewerkzeug hat sich bewährt, da es sehr gut auf das vorliegende Praxisbeispiel zugeschnitten ist. Das Werkzeug beschränkt sich auf sichtbare Elemente. Informationen zu Umwelteinflüssen, Wurzelraum und Wurzelwachstum sind in der Aufnahme nicht enthalten.

## **Abstract**

In this study the recording, evaluation and optimization of the general conditions of young trees in inner cities is shown based on a practical example. Through literature research and correct interpretation of the body language of trees, serious deficits in the tree population should be determined. The trees are recorded with a tree analysis tool developed in the context of this study, which is aligned to the conditions and tries to produce purposeful solutions for a stable and vital tree population. Based on the analysis of the trees, the trees are categorized in order to describe their general condition. Areas of action are worked out for the various categories. These areas of action include very different measures for the trees, from simple monitoring, all the way to felling and subsequently replanting. The inclusion with the tree analysis tool developed in this study has proven itself useful, as it is very well adjusted to the existing practical example. The tool is limited to visible elements. Information on environmental influences, root space and root growth are not included.



## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Ausgangslage .....	1
1.2	Forschungsfrage .....	2
1.3	Aufbau der Arbeit .....	2
2	Methodisches Vorgehen.....	3
2.1	Literaturrecherche .....	3
2.2	Interviews .....	3
2.3	Das Gehölzanalysewerkzeug .....	4
2.4	Analyse der Gehölze des Praxisbeispiel.....	5
3	Theorieteil.....	6
3.1	Baumpflegerische Grundlagen .....	6
3.1.1	Vitalität .....	6
3.1.2	Kronenwachstum .....	7
3.1.3	Gehölzbeurteilung in der Praxis.....	8
3.2	<i>Betula pendula</i> .....	11
3.2.1	Standortansprüche .....	12
3.2.2	Habitus.....	13
3.2.3	Vitalitätsbeurteilung .....	15
4	Praxisbeispiel: Turbinenplatz .....	17
4.1	Steckbrief .....	17

4.2	Gestaltung und Nutzung .....	18
4.3	Die Pflanzung der Birken .....	19
5	Die Pflege und Entwicklungsabschätzung von Grün Stadt Zürich .....	20
6	Ergebnisse .....	21
6.1	Das Gehölzanalysewerkzeug .....	21
6.1.1	Allgemeine Daten .....	22
6.1.2	Nummerische Parameter .....	22
6.1.3	Vitalitätsfaktoren .....	24
6.1.4	Erscheinungsbild der Krone .....	27
6.1.5	Besonderheiten und Anomalien .....	28
6.1.6	Oberflächenbeschaffenheit .....	29
6.2	Analyse der Gehölze .....	30
6.2.1	Allgemeine Daten .....	30
6.2.2	Nummerische Parameter .....	32
6.2.3	Vitalitätsstufen .....	37
6.2.4	Vitalitätsstufen im Zusammenhang mit dem Stammumfang .....	38
6.2.5	Erscheinungsbild und verschiedene Vitalitätsindikatoren .....	39
6.3	Handlungsfelder .....	45
7	Diskussion .....	46
7.1	Beantwortung der Forschungsfragen .....	46
7.2	Gehölzanalysewerkzeug .....	47

7.3	Analyse der Gehölze.....	50
7.4	Schlussfolgerung und Ausblick .....	52
8	Literaturverzeichnis .....	53
9	Abbildungsverzeichnis.....	57
10	Anhang .....	59

## Begriffe und Abkürzungen

Begriff / Abkürzung	Definition
Allgemeinzustand	Undifferenzierter Zustand eines Gehölz
Bestand	Gesamtheit der Gehölze aus dem Praxisbeispiel
FLL	Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau
GALK Strassenbaumliste	Die deutsche Gartenamtsleiterkonferenz prüfte Gehölze auf die Tauglichkeit in der Verwendung im innerstädtischen Kontext
GSZ	Grün Stadt Zürich
Habitus	Artspezifisches Erscheinungsbild eines Baumes  (FLL, 2017, S. 63)
IAP	Institut für angewandte Pflanzenbiologie Schönen- buch  ( <a href="http://www.iap.ch">www.iap.ch</a> )
Sekundäre Krone	Die Gesamtheit der Triebe nach dem Verlust der Krone durch Absterbeprozess, Schnittmass- nahmen oder sonstige Störungen (FLL, 2017, S.

	65, 68)
Syllepsis	Die Entstehung von Seitentrieben, ohne das Durchlaufen eines Knospenstadiums (Roloff, Baumkronen, 2001, S. 74,75)
Visuelle Gehölzanalyse	Bewertung des Allgemeinzustandes eines Baumes, bestehend aus Interpretation der Baumsprache und Vitalitätsbeurteilung
Vitalität	Zusammenhang zwischen Allgemeinzustand des Baumes und der Trieblängen, also Wuchspotenz oder Wuchspotenzial (Roloff, Baumkronen, 2001, S. 74,75)
Vitalitätsstufen	Nach Roloff kann die Vitalität in vier Stufen eingeteilt werden (Roloff, Baumkronen, 2001, S. 74,75)
VTA	Visual Tree Assessment nach Mattheck

## **1 Einleitung**

Bäume sind ein wichtiges Gestaltungselement in innerstädtischen Gebieten und lassen den stetigen Wunsch der Bevölkerung nach Natur in der Stadt deutlich werden. So sind Stadtbäume wichtig für das Wohlbefinden und das Stadtklima (Roloff, Bäume in der Stadt, 2013, S. 7). Stadtbäume gelangen aber durch Stressfaktoren wie Trockenheit, Hitze und Bodenverdichtung unter enormen Leistungsdruck. Durch unsachgemässe Pflanzungen und mangelnde Pflege entstehen in städtischen Gebieten schon in jungen Jahren ungesunde, ästhetisch nicht ansprechende Bestände (Prof. Dr. habil. H. Balder, 2017, S. 35-36), (Roloff, Baumpflege Baumbiologische Grundlagen und Anwendung, 2013, S. 11).

In dieser Arbeit wird anhand eines Praxisbeispiels exemplarisch aufgezeigt, wie der Allgemeinzustand solcher Bestände untersucht werden kann.

### **1.1 Ausgangslage**

Der Turbinenplatz befindet sich in Zürich West auf einem ehemaligen Giessereigelände und wurde 2003 fertiggestellt (Stadt Zürich, 2016). Die Gestaltung des Platzes ist von moderner Schlichtheit und weiten, offenen Flächen geprägt. Die einheitliche Birkenpflanzung ist das zentrale pflanzliche Element. Die Gehölze sind nun rund 25 Jahre alt und haben sich seit ihrer Pflanzung sehr unterschiedlich entwickelt und befinden sich hinsichtlich des Allgemeinzustandes und Vitalität teilweise in sehr kritischem Zustand (Lichtenauer, 2018).

## **1.2 Forschungsfrage**

### Gehölzanalyse

Können durch Interpretation von numerischen Parametern, der Körpersprache von Bäumen und Vitalitätsbeurteilung Aussagen über den aktuellen Zustand der Bäume gemacht werden?

### Handlungsfelder

Ist es möglich, beruhend auf der oben beschriebenen Analyse, für das vorliegende Praxisbeispiel Problematiken zu lokalisieren und situativ angepasste Handlungsfelder her-zuleiten?

## **1.3 Aufbau der Arbeit**

Das folgende Kapitel beschreibt die Methoden für die Literaturrecherche, die Interviews, das in dieser Arbeit entwickelte Gehölzanalysewerkzeug und die Analyse der Gehölze des Praxisbeispiels. Anschliessend wird ausführlich auf die zu untersuchende Baumart *Betula pendula* eingegangen und deren Eigenheiten und Ansprüche erläutert. Weiter werden das zu untersuchende Areal, der Baumbestand und Informationen zum bestehenden Baumpflegekonzept vorgestellt. Anschliessend folgen die Ergebnisse. Das erarbeitete Gehölzanalysewerkzeug, die Resultate, die Kategorisierung und die Handlungsfelder werden vorgestellt. Darauf folgen die Diskussion der Ergebnisse, die Schlussfolgerung und der Ausblick.

## 2 Methodisches Vorgehen

### 2.1 Literaturrecherche

Die vorgeschlagenen Analysemethoden und Massnahmen sollen beruhend auf aktuellem Stand der Forschung erarbeitet werden. Dazu wird in dieser Arbeit die Literatur führender Baumpflegeexperten konsultiert.

Um faktenbasiert argumentieren und eine korrekte Herangehensweise entwickeln zu können, werden spezifische Eigenheiten der Gehölzart und des Standortes aufgearbeitet. Über *Betula pendula* werden in Fachbüchern detaillierte Informationen beschafft. Weiter wird über Grün Stadt Zürich (GSZ) ermittelt, wie die Bäume auf dem Areal gepflegt werden.

Die Entstehung des Platzes, die Nutzung und bauliche Veränderungen werden durch Informationen der Stadt Zürich und eine studentische Arbeit zugänglich gemacht.

### 2.2 Interviews

Zur Prüfung des Gehölzanalysewerkzeugs und den darin enthaltenen Parametern wird der Austausch mit erfahrenen Praxispersonen gesucht. Ziel ist es, deren subjektive Sichtweisen nachvollziehen zu können und durch ihre fachlich fundierten Inputs Stärken und Schwächen des Werkzeuges zu erkennen und die Aussagekraft der Resultate zu diskutieren. Die gesammelten Informationen werden anschliessend geordnet und zusammengefasst (Hefflerich, 2009, S. 21-23). Die Gespräche in dieser Arbeit laufen nach den Gesichtspunkten des qualitativen, problemzentrierten Interviews ab. Das Interview ist ermittelnd und informatorisch aufgebaut. Die Befragten werden als ExpertInnen verstanden, deren Fachwissen und persönliche Ansichten im Zentrum stehen. Die Befragten sind somit als Informationsquellen für Sachverhalte zu verstehen (Lamneck, 2010, S. 304, 305). Die Qualität der Interviews wird nicht nur durch die Kompetenz der Interviewten geprägt. Vielmehr ist die Ausarbeitung und Durchführung der Interviews durch die interviewende Person ausschlaggebend (Hefflerich, 2009, S. 23, 24). In der vorliegenden Arbeit wird mit Leitfadeninterviews gearbeitet. Diese Methode garantiert eine grosse Freiheit der interviewten Person. Doch die interviewende Person führt Themen ein und leitet das Gespräch, um die inhaltliche Struktur der Erzählungen zu standardi-



sieren. Die einzelnen Gespräche können somit einfacher verglichen werden (Hefflerich, 2009, S. 179, 180). Der Leitfaden, der für diese Arbeit mit Hilfe des unten erläuterten SPSS-Prinzips gestaltet wurde, ist im Anhang A zu finden.

### Das SPSS-Prinzip

Sammeln, prüfen, sortieren, subsumieren: Dieses Vorgehen wird angewendet, um einen kompakten, wertvollen Interviewverlauf zu gestalten. Ausschlaggebend ist dabei eine gute Balance zwischen Offenheit und Strukturierung (Hefflerich, 2009, S. 182-192).

1. Sammeln: Ohne Bedenken und Abschätzungen in Bezug auf Qualität und Eignung notiert die forschende Person alle Fragen, die für sie von Interesse sind.
2. Prüfen: Diese Liste wird nun in einem zweiten Schritt geprüft. Übrig bleiben nur die wirklich relevanten Fragen. Für das Auswahlverfahren gibt es folgende Hilfestellungen:
  - Die Fragen müssen sich eignen, um offene Antworten oder Erzählungen zu erzeugen, die der interviewten Person gerecht werden.
  - Fragen mit Erwartungshaltung sind heikel. Fragen zu stellen, um sich bestätigen zu lassen, ist kontraproduktiv. Viel eher sollen neugierige Fragen gefunden werden, um andere neue Zusammenhänge entstehen zu lassen.
3. Sortieren: Die verbliebenen Fragen werden nun thematisch geordnet und gebündelt.
4. Subsumieren: Für alle Bündel wird nun eine Erzählaufforderung gefunden, welcher die Einzelaspekte untergeordnet werden. Ziel wäre es also, mit einer guten Erzählaufforderung alle untergeordneten Fragen zu generieren.

## 2.3 Das Gehölzanalysewerkzeug

Im Rahmen dieser Arbeit wird ein Werkzeug entwickelt, das möglichst optimal an das vorliegende Praxisbeispiel angepasst ist. Es bezieht die spezifische Gattung, das dazugehörige Alter und die Oberflächenbeschaffenheit des Untergrundes mit ein. Entscheidend ist die visuelle Bewertung des Allgemeinzustandes der Bäume durch die Interpretation der Baumsprache und die Vitalitätsbeurteilung. Das Werkzeug wird im Rahmen dieser Arbeit mehrmals getestet, optimiert und mit Fachpersonen aus der Praxis diskutiert. Die Parameter werden basierend auf dem im Anhang eingefügten Formular für Baumdatenerfassung der Tilia Baumpflege AG (siehe Anhang E) und dem Formular für

die Bonitierung der Stadtbäume vom Institut für Angewandte Pflanzenbiologie Schönenbuch (siehe Anhang D) aufgebaut.

## **2.4 Analyse der Gehölze des Praxisbeispiel**

Das Werkzeug wird auf die Bäume des Praxisbeispiels angewendet und die aufgenommenen Daten analysiert und in Relation zueinander gesetzt. Dabei wird nach Tendenzen gesucht, um allfällige Entwicklungsmuster der Bäume des Praxisbeispiels erkennbar zu machen. Auf den Ergebnissen der Analyse beruhend, werden die Gehölze kategorisiert und Handlungsfelder vorgeschlagen.

### 3 Theorieteil

#### 3.1 Baumpflegerische Grundlagen

Um das Wachstumsverhalten der Gehölze im Bestand zu verstehen, müssen die Eigenschaften und Ansprüche von *Betula pendula* geklärt werden. In diesem Kapitel werden einige allgemeine Begriffe und Zusammenhänge im Bezug auf das Wachstum von Bäumen behandelt.

##### 3.1.1 Vitalität

Vitalität kann als Wuchspotenz sowie als Durchsetzungsvermögen gegenüber Konkurrenten und Überlebensfähigkeit bei Stress und Beschädigung verstanden werden. Vitalität ist für die Gehölzanalyse ausschlaggebend, da untersucht werden kann, wie sich ein Baum an seinem Standort entwickelt. Dabei steht der direkte Zusammenhang zwischen Allgemeinzustand des Baumes und der Triebblängen im Zentrum. Abnehmende Triebblängen sind ein deutliches Anzeichen für geringe Vitalität. Grosse Triebblängen garantieren eine schnellere Regenerationsmöglichkeit und höhere Pufferkapazität. (Roloff, Baumkronen, 2001, S. 13)

Bei Vitalitätsbeurteilungen von Bäumen werden nur die Wipfeltriebe berücksichtigt, da ihre Triebblängen im Gegensatz zu den inneren und unteren Trieben nicht durch einschränkende Lichtverhältnisse bestimmt werden. Für die Messung der Länge der Triebe spielen Triebbasisnarben eine wichtige Rolle. Sie sind die Narben der Knospenschuppen. Diese hinterlassen nach ihrem Abfallen während des Austreibens im Frühjahr dichtgedrängte Rillen auf der Trieboberfläche und markieren somit die Grenze zwischen zwei Jahrestrieben. (Roloff, Baumkronen, 2001, S. 13, 14)

Die Vitalität von Gehölzen wird durch eine Vielzahl von Einflüssen bestimmt. Standort- und Umweltfaktoren ausserhalb des Optimalbereichs der Pflanze lösen Stress aus. Dazu gehören beispielsweise extreme Temperaturen, hohe Lichtintensitäten oder Wassermangel. Besonders extrem sind die Belastungen in der Stadt. Ein solcher Mangel oder Überschuss hat Folgen für die Pflanze. Im Optimalfall (Eustress) haben Stressoren eine positive Wirkung, da sie zu einer besseren Belastbarkeit führen. Bei Distress wird die Anpassungsfähigkeit überstrapaziert und wirkt sich negativ auf die Pflanze aus und

kann zu Funktionsausfällen und zum Tod führen. (Roloff, Bäume in der Stadt, 2013, S. 189)

Bäume haben gezwungenermaßen Mechanismen zur Reaktion auf Stress entwickelt, da sie auf Grund ihrer langen Lebensdauer einer Vielzahl von Stressoren ausgesetzt sind. Die Reaktionen der Bäume können in verschiedene Phasen unterteilt werden (Roloff, Bäume in der Stadt, 2013, S. 189):

- Alarmphase (Destabilisierung der normalen Lebenstätigkeit nach Einsetzen einer Störung)
- Widerstandsphase (Wiederherstellung des Normalverhaltens bei anhaltender Belastung durch Anpassungsvorgänge)
- Erschöpfungsphase (nach Überforderung des Anpassungsvermögens durch zu lange Beanspruchungsdauer)
- Regenerationsphase (auch aus der Erschöpfungsphase kann die Pflanze noch zur Ausgangslage zurückkehren, wenn der Belastungszustand aufgehoben wird)

Wird erfolgreich Widerstand geleistet, kann eine Stressresistenz eintreten. Darunter versteht man die Fähigkeit, eine auf externe Stressfaktoren zurückgehende Stresssituation zu überstehen (Roloff, Bäume in der Stadt, 2013, S. 189).

### **3.1.2 Kronenwachstum**

#### Architekturmodelle

Der Wuchs von Gehölzen kann artspezifisch beschrieben werden, was die Möglichkeit bietet, die individuelle Körpersprache besser interpretieren zu können. Gehölze werden verschiedenen Architekturmodellen zugeordnet. Diese geben Auskunft über den Bauplan von Gehölzen bei optimalen Bedingungen. Dabei ist zu beachten, dass einige Gehölze nicht eindeutig nur einem Architekturmodell zugeordnet werden können, oder das Modell sich im Laufe des Baumlebens ändern kann. Die Architekturmodelle dienen als Orientierungshilfe in der unüberschaubaren Vielfalt von Baumkronen. Die Modelle sind eher starr und nehmen wenig Rücksicht auf Veränderungen der Wuchsform durch Umwelteinflüsse, Stressfaktoren oder Vitalität. Eine sehr häufige Reaktion auf abnehmende Vitalität ist das Abflachen der Krone. Dabei verfügt der Baum nicht mehr über genügend

Wuchspotenz, um den Wipfeltrieb aufzurichten. Die Gründe dafür sind noch nicht bekannt. Es wird darüber spekuliert, ob eine Turgorabnahme durch verändertes Wurzelwachstum oder hormonelle Ursachen dafür verantwortlich sind (Roloff, Baumkronen, 2001, S. 24,25).

In der ersten Lebenshälfte folgt ein gesunder Baum klar dem arttypischen Architekturmodell. In der zweiten Lebenshälfte aber werden zunehmend Triebe ausgebildet, die so im Architekturmodell nicht vorgesehen sind, diese werden als Reiterationen bezeichnet. Sie sind Folgen negativer Umwelteinflüsse. Beispiele dafür sind der Verlust von Wipfeltrieben und Gipfelknospen, Veränderungen des Lichtgenusses oder der Standortfaktoren, etwa Frost, Trockenheit, Wind oder Luftverunreinigung (Roloff, Bäume in der Stadt, 2013, S. 31). Die Gesamtheit der Reiterate, die nach dem Verlust der Krone durch Absterbeprozess, Schnittmassnahmen oder sonstige Störungen entstehen, werden als Sekundärkrone bezeichnet (FLL, 2017, S. 65, 68).

#### Wachstumsdauer

Die meisten einheimischen Gehölze lassen sich in die zwei Gruppen aufteilen, die das Wachstum massgeblich beeinflussen: Populustyp und Quercustyp. Die Birke ist ein Populustyp. Das heisst, sie folgt dem freien Wachstum. Dabei wachsen Triebe kontinuierlich die gesamte Vegetationsperiode hindurch, bis im Herbst ein bestimmter Schwellenwert der Tagestemperatur und / oder der Tageslänge unterschritten wird. Dann wird das Wachstum eingestellt. Das Längenwachstum wird bei diesen Baumarten also vorwiegend thermo- oder photoperiodisch gesteuert. Bäume die frei wachsen, können auf negative Einflüsse wie Wurzelbeschädigung noch im laufenden Jahr reagieren (Roloff, Baumkronen, 2001, S. 21,22).

### **3.1.3 Gehölzbeurteilung in der Praxis**

Im nachfolgenden Text wird die aktuelle Vorgehensweise von visuellen Gehölzbeurteilungen aus der Praxis vorgestellt. Es wurde nicht auf die Elemente der VTA-Methode nach Mattheck eingegangen. Diese Vorgehensweisen werden von Fachleuten aus der Praxis als zu theoretisch und praxisfern betrachtet (Benz, 2018), (Lichtenauer, 2018). Die verwendeten Informationen stammen aus dem Formular für Baumdatenerfassung

der Tilia Baumpflege AG (siehe Anhang E) und dem Formular für die Bonitierung der Stadtbäume vom Institut für Angewandte Pflanzenbiologie Schönbuch (siehe Anhang D) sowie aus den Interviews mit den Fachpersonen Antje Lichtenauer am 21.02.18 und Urs Benz am 23.02.18 (siehe Anhang B und C).

Fachpersonen aus der Baumpflege setzen auf qualitative Gehölzbeurteilungsmethoden im belaubten Zustand (Benz, 2018). Kerninhalte dieser Beurteilungen sind die Beschreibung des Standortes, die Aufnahme technischer Daten, Aussagen zu Stamm, Kronenwachstum und Belaubung, sowie der Vermerk von Pilz- und Schädlingsbefall und Schäden. Die Beurteilung erfolgt anhand standardisierter Formulare mit vorbereiteten Antworten. Die Formulare werden unabhängig vom Alter, der Gattung und der Art der Gehölze verwendet (siehe Anhang D und E). Während dieser Bewertungen resultieren im Normalfall bereits noch vor Ort Ergebnisse. Die beurteilende Person schlägt gestützt auf die aufgenommenen Daten und ihre subjektive Einschätzung und Praxiserfahrung Pflegeeingriffe und Massnahmen vor (Lichtenauer, 2018), (Benz, 2018). Im folgenden Abschnitt sind die Parameter der beiden Formulare (siehe Anhang D und E) zusammengefasst.

- Allgemeine Daten: Unter diesem Kriterium sind der Ort, das Datum und die bewertende Person notiert. Weiter folgen Baumstammdaten, die Baumnummer und die Baumart, das Pflanzdatum und der Keimjahrgang.
- Standort: In diesem Parameter wird die Standfläche kategorisch zugeteilt, die Baumscheibe beschrieben und technische Einrichtungen wie Bewässerungen oder Belüftungen notiert. Weiter werden der Stammschutz, der Baumscheibenschutz und allfällige Bautätigkeit dokumentiert.
- Technische Daten: Hier wird die Anzahl Stämme, der Stammumfang, die Rindendicke, der Stammdurchmesser, die Baumhöhe und die Stammneigung erfasst.

- Stamm: In diesem Parameter erfolgt die Dokumentation allfälliger Risse und Wunden am Stamm. Des Weiteren werden Pilzkörper, Faulstellen, Stock und Stammaustriebe, sowie Wunden dokumentiert.
- Krone: Die Krone wird im Bezug auf Stabilität und Statik grob eingeschätzt. Weiter wird die Kronenverlichtung und –verfärbung thematisiert und der Anteil durrer Triebe, der Sekundärtriebanteil und das Triebflächenwachstum abgeschätzt. Zum Schluss wird die Fruktifikation, die Blattlänge und die Blattrandverfärbung beschrieben.
- Parasiten: Hier werden falls vorhanden Spinnmilben, Gallmilben, Lochfrass und Blattbräune notiert.

### 3.2 *Betula pendula*

In diesem Kapitel wird *Betula pendula* kurz und knapp beschrieben. Dabei werden die Rolle von *Betula pendula* im städtischen Umfeld erläutert, die äusseren Merkmale beschrieben und verwandte Arten vorgestellt.

*Betula pendula* ist ein schnellwüchsiger Grossbaum. Der Stamm ist schlank und meist durchgehend, die Rinde weiss mit schwarzen Rissen. Die Krone ist licht und hochgewölbt (gehoeze.ch, 2016), (infoflora, 2016), (Heinrich & Saluz, Urban Forestry Bäume Wichtige Strassenbäume, 2014, S. 5). Nach der Klima-Arten Matrix gilt *Betula pendula* als sehr gut bis gut verwendbare Stadtbaumart und nach GALK-Liste mit Einschränkungen auch als Strassenbaum. So ist sie geeignet für Nebenstrassen, Parkplätze, Parks, Plätze, Promenaden und Fussgängerzonen (Roloff, Bäume in der Stadt, 2013, S. 68).

Rinde: Glänzend weiss mit quergestellten Korkwarzen, abrollend, später an der Basis der Stämme schwarz, gefurcht und längsrissig. Zweige grau bis schwarzbraun, dicht besetzt mit warzigen Harzdrüsen. (Pirc, 2012)

Blätter: Sommergrün, wechselständig 4-7 cm lang, rautenförmig, hellgrün, frühzeitiger Austrieb, Herbstfärbung goldgelb (Pirc, 2012)

Blüten: 1-häusige, gelbliche 5-10 cm lange Kätzchen vor dem Laubaustrieb im März-April (Pirc, 2012)

Verbreitung und Standort: Europa, Kleinasien, Kaukasus, Nordpersien, bis Sibirien und im Altai-Gebirge heimisch (Pirc, 2012)

Weiteres: Gilt in verschiedenen Kulturen als Fruchtbarkeitssymbol und verkörpert das Weibliche (Pirc, 2012)

Verwandte Arten: *Betula papyrifera* (trockenheits- und immissionstolerant, als Strassenbaum geeignet (GALK: m.E.), *Betula pubescens* (häufiger auf feuchten Standorten vorkommend, höherer Wasserbedarf, *Betula utilis* (besonders weisse Rinde, trockenheits- und immissionstolerant, als Strassenbaum geeignet (GALK: m.E.) (Roloff, Bäume in der Stadt, 2013, S. 71)



### 3.2.1 Standortansprüche

#### Allgemein

Der folgende Abschnitt beinhaltet die allgemeinen Ansprüche an Boden und Umwelt. Dabei wird mit Zahlen gearbeitet, welche die Intensität des Anspruches gewichten. Dabei bedeutet 1=sehr geringer Anspruch; 2=geringer Anspruch; 3=mässiger Anspruch; 4=anspruchsvoll; 5=hoch anspruchsvoll

Die Nährstoffansprüche von *Betula pendula* sind sehr gering (1). Der Wasserbedarf ist gering, wenn sich der Einzelbaum von Beginn seines Lebens daran an angepasst hat (1-2). Hat sich *Betula pendula* jedoch an bessere Wasserversorgung gewöhnt, bleibt ihr Bedarf höher (3). Der Lichtbedarf ist bereits in der Jugend anspruchsvoll (4), ab 10-20 Jahren hoch (5). Die Frosthärte beträgt -45 °C. Die Trockenstressanpassung ist ziemlich hoch (Roloff, Bäume in der Stadt, 2013, S. 68).

#### Boden

*Betula pendula* toleriert grundsätzlich jede Bodenart. Optimal aber sind frisch-feuchte Böden im leicht sauren bis neutralen Bereich. Problematisch reagiert sie bei alkalischen Bodenreaktionen. Weiter ist sie salztolerant, aber überschüttungs- und verdichtungs-empfindlich (Roloff, Bäume in der Stadt, 2013, S. 68). Die Pflanze gedeiht typischerweise in lichten Laub und Mischwäldern. Als Pioniergehölz kommt sie aber auch auf Magerweiden, Heiden, Kahlschlägen, Brachflächen, Schotter- und Trümmergeländen und Sandböden vor (Pirc, 2012), (Roloff, Baumpflege Baumbiologische Grundlagen und Anwendung, 2013, S. 25). *Betula pendula* kann mit wenig Wasser auskommen, hat aber einen tendenziell hohen Wasserverbrauch und trägt so zur Austrocknung des Oberbodens bei (Roloff, Bäume in der Stadt, 2013, S. 67, 68). Weiter sind Birken sehr empfindlich gegenüber starken Schwankungen im Wasserhaushalt. Bei sehr trockener Frühjahrs- und Sommerwitterung kann es zu vorzeitigem Laubfall und nach stärkeren Regenfällen zu einer erneuten Begrünung der Krone kommen (Pirc, 2012). Viele Bäume reagieren stark auf die trockenen Sommer (GALK, 2017). Wenn *Betula pendula* von Beginn ihres Lebens an mit wenig Wasser auskommen müssen, tolerieren sie aber ext-

remen Trockenstress. So findet man sie auch oft in extremen Nischen, wie etwa auf Felsen. (Roloff, Bäume in der Stadt, 2013, S. 68)

#### Luftverschmutzung

*Betula pendula* ist ausser gegenüber Ozon sehr immissionstolerant. Das Immissions-Reduktionsvermögen ist hoch und das Gehölz hat gute Eigenschaften zur Feinstaubbindung (Roloff, Bäume in der Stadt, 2013, S. 68). Die Ozonbelastung in Ballungsgebieten der Städte wird in den Sommerhalbjahren häufig überschritten. In der Stadt kann, im Gegensatz zu verkehrsunbelasteten Gebieten die Ozon-Belastung aber abgebaut werden, da Ozon durch andere Schadstoffe aufgelöst wird. (Stadt Zürich, 2017)

### 3.2.2 Habitus

Unter dem Habitus versteht man die äussere Erscheinung eines Organismus (FLL, 2017, S. 61), also die Gesamtheit aller wesentlichen und typischen sichtbaren Eigenarten der Pflanze. *Betula pendula* ist eine besonders filigrane Baumart mit schlanker Krone. Ihre biegsamen, überhängenden Zweige schwingen im Wind und verändern so ständig die Erscheinung des Baumes (Roloff, Bäume in der Stadt, 2013, S. 66). Sie wächst sparrig, hängend und offen (Siewniak & Kusche, 2010, S. 24). Das durchlässige Blattwerk der Lichtholzart ermöglicht eine optimale Lichtausnutzung und kann so andere widrige Standorteigenschaften kompensieren (Siewniak & Kusche, 2010, S. 22).

#### Rinde und Triebe

Die dünne Rinde enthält den weissen Farbstoff Betulin, der durch das Abringeln der älteren Rindenschichten immer wieder an die Oberfläche gelangt. Die weiße Farbe reduziert die Rindentemperatur bei intensiver Sonneneinstrahlung um 5°C und wird somit nicht über die kritischen 45°C erhitzt (Roloff, Bäume in der Stadt, 2013, S. 67). Im Alter kann sich an der Stammbasis eine schwarze, grob-schuppige, dickkorkige Borke bilden. Die jungen Blätter und Triebe sind durch die zahlreichen Harzdrüsen etwas klebrig. Die diesjährigen Triebe sind kahl (Roloff, Bäume in der Stadt, 2013, S. 67).

## Wurzeln

Das Wurzelsystem von *Betula pendula* ist relativ flach und konzentriert sich in den obersten fünfzig Zentimetern. Einzelne Wurzeln erreichen aber eine Tiefe von bis zu 1,5 Metern. Bodenbelagsanhebungen sind eine häufige Folge der hohen Wurzelkonzentration in geringer Tiefe (Roloff, Bäume in der Stadt, 2013, S. 68). In nährstoffreichen Waldböden weist *Betula pendula* in ausgewachsenem Stadium oft einen klaren Wurzelanlauf auf. (infoflora, 2016), (Roloff, Baumpflege Baumbiologische Grundlagen und Anwendung, 2013)

## Architekturmodell

*Betula pendula* wächst in jungen Jahren nach dem Architekturmodell RAUH oder SARRONE. Die Zuteilung ist nicht eindeutig, da die weiblichen Blüten endständig, die männlichen aber seitenständig sind. In höherem Alter wächst sie eher nach dem Modell TROLL, da sich die Wipfeltriebe zuerst nachträglich, schliesslich überhaupt nicht mehr aufrichten (Roloff, Baumkronen, 2001, S. 74).

## Wachstum

*Betula pendula* zeigt in jungen Jahren im Freiland und bei guter Wasserversorgung schnelles Wachstum und kann einen Jahreshöhenzuwachs von fast einem Meter erreichen. In der Jugend erfolgt das Wachstum frei und der Triebhöhenzuwachs hält bis zum Spätsommer an. Im Alter aber ist es gebunden und nach 4-6 Wochen nach dem Austrieb beendet. Der Stamm kann in der Stadt etwa 80 Zentimeter Durchmesser, der Baum 20 Meter hoch werden. Die endgültige Höhe ist nach 40-50 Jahren und das Höchstalter mit 60-80 Jahren erreicht. (Roloff, Bäume in der Stadt, 2013, S. 67), (Roloff, Baumpflege Baumbiologische Grundlagen und Anwendung, 2013, S. 25)

## Schnitt und Wundheilung

Die Birke sollte nicht im Spätwinter geschnitten werden, da sie bei Verletzungen stark blutet. Aus den Verletzungsstellen tropft oder läuft bis zum Tag des Austriebs eine helle Flüssigkeit, der sogenannte Frühjahrssaft (Roloff, Bäume in der Stadt, 2013, S. 67). Die Schnittmassnahmen sollen laut GALK (GALK, 2017) aber unbedingt in der Vegetations-

ruhe erfolgen. Somit sollten sie kurz vor dem Austrieb, am Ende der Vegetationsruhe geschnitten werden. *Betula pendula* reagiert auf Schnittmassnahmen durch mässigen Wiederaustrieb. Sie kann aufgrund der schwachen Kompartimentierung zu erheblichem Fäulefortschritt in Ästen und Stamm führen. Beim Rückschnitt muss die schwache Apikaldominanz berücksichtigt werden. Ohne dominanten Wipfeltrieb bilden sich steile Totalreiterate, sowohl als Neubildung (Wasserreiser), als auch durch Aufrichten bzw. Austreiben von Seitenachsen. (Roloff, Bäume in der Stadt, 2013, S. 67, 68)

### 3.2.3 Vitalitätsbeurteilung

Die Vitalitätsstufen von *Betula pendula* lassen sich anhand des Wachstums im Wipfelbereich relativ genau beschreiben. In der Explorationsphase (VS 0) dominiert Syllepsis an den Wipfeltrieben und bringt ein dichtes, gleichmässiges Netzwerk von Langtrieben und eine harmonische Oberkrone zum Vorschein. In der Degenerationsphase (VS 1) fehlt die alljährliche Syllepsis der Wipfeltriebe aufgrund der abnehmenden Triebhöhen. Einzelne Wipfeltriebe „schiessen“ aus der Kronenspitze heraus. Die Leittriebe sind (fast) senkrecht orientiert. In der Stagnationsphase (VS 2) nehmen die durchschnittlichen Triebhöhen weiterhin ab und die Wipfeltriebe richten sich nicht mehr auf (weeping effect, Trauereffekt). Bei weiter abnehmender Vitalität stirbt der Wipfel zum Teil ab und seitlich hängen einige fragmentarische Kronenteile schlaff an den Hauptachsen herab (VS 3). Eine Vitalitätsbeurteilung anhand der Verzweigungsstrukturen sollte bis zum Spätwinter erfolgt sein, da sie anschliessend aufgrund der frühen Blüte erschwert wird (Roloff, Baumkronen, 2001, S. 74,75).

Wichtigste Pros und Contras

- + Unempfindlichkeit / anspruchslosigkeit gegenüber Bodenfaktoren (ausser Verdichtung)
- + frühes Austreiben
- anfällig auf Bodenverdichtung
- mässige Reiterationsfreudigkeit
- schwache Kompartimentierung

(Roloff, Bäume in der Stadt, 2013, S. 70)

### 3.2.4 Pilzbefall und Schädlinge

#### Pilzbefall und Schädlinge

Birkenrost (*Melampsoridium betulinum*) ist ein wirtswechselnder Rotpilz. Er entwickelt sich im Frühjahr auf den Nadeln von *Larix decidua*. Falls die Sporen auf Birkenblättern landen, können sie die ganze Unterseite befallen. Es bilden sich dabei gelbe, pustelartige Ansammlungen. Bei starkem Befall kann verfrühter Blattfall entstehen. Weiter besteht bei Befall das Risiko erhöhter Frostempfindlichkeit und erhöhte Anfälligkeit gegenüber Sekundärpilzen (Butin, 2011). Sommerlicher Laubfall kann neben Birkenrost auch durch die Marssonina-Krankheit (*Marssonina betulae*) ausgelöst werden (Roloff, Bäume in der Stadt, 2013, S. 211).

Der Pilz *Taphrina betulina* scheidet Wachstumsstoffe aus und führt an Zweigen und Ästen der Krone zu einer Zweiganomalie mit Massenaustrieb von gestauchten, verkürzten Zweigen, die als Birkenhexenbesen bezeichnet wird. Bei grossen Hexenbesen kann es zum Absterben des Astes oder auch durch Windeinwirkung zum Astbruch kommen (Roloff, Bäume in der Stadt, 2013, S. 211).

Teils sehr grosse Tumorbildungen an Stamm und Krone werden meist durch Bakterien (*Agrobacterium tumefaciens*) verursacht. Solange der Tumor nicht abstirbt bzw. abgesägt wird und das Holzgewebe nicht von sekundären Fäulepilzen besiedelt wird, ist er meist ohne baumbiologische oder mechanische Nachteile für den Baum (Roloff, Bäume in der Stadt, 2013, S. 211).

An frisch gepflanzten Jungbäumen mit „Pflanzschock“ kann es in den ersten Standjahren zu Befall durch den Grossen Birkensplintkäfer (*Scolytus ratzeburgi*) kommen (Roloff, Bäume in der Stadt, 2013, S. 211).

Nach starkem Rostpilzbefall, Überschwemmungen und Witterungsextremen zeigen ältere Bäume häufig Rindennekrosen, Schleimfluss und schliesslich Absterben durch komplexe Ursachen, wobei verschiedene Sekundärpilze und holzbohrende Käferarten beteiligt sind. Altbirken und Bäume mit grösseren Stamm- und Astwunden werden rasch von Fäulepilzen besiedelt und müssen dann wegen der Bruchgefahr oft beseitigt wer-

den. Am häufigsten sind dabei der Zunderschwamm und der Birkenporling. (Rolloff, Bäume in der Stadt, 2013, S. 211)

## 4 Praxisbeispiel: Turbinenplatz

### 4.1 Steckbrief

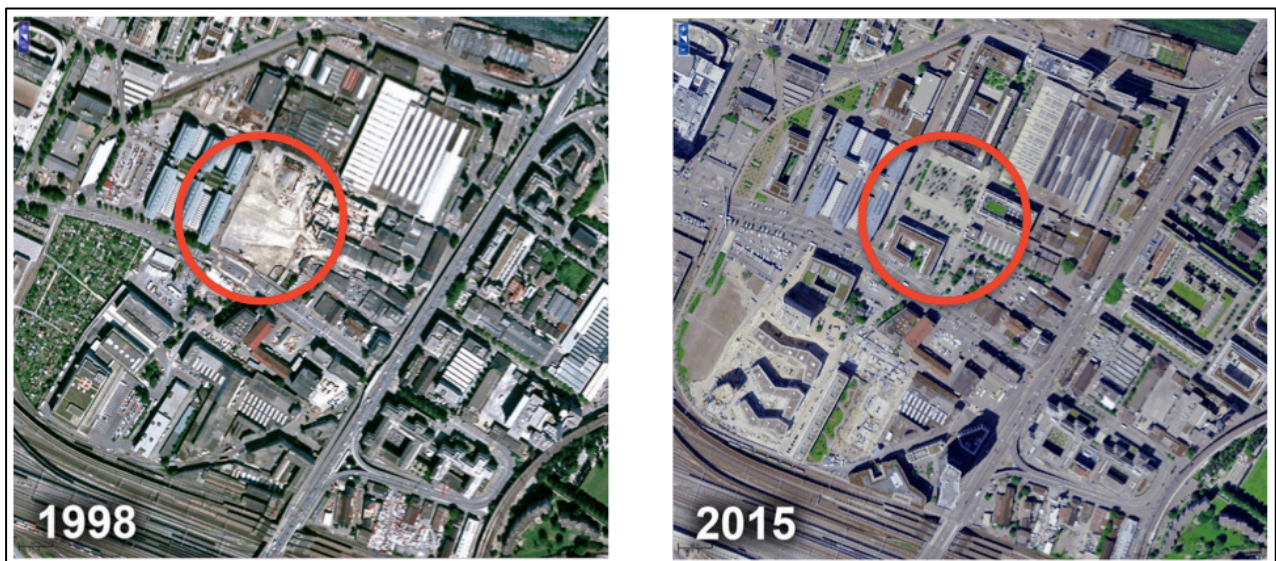


Abbildung 1: Zürich West im Umbruch, Quelle: zhdamalsheute.ch

Das Gebiet um den Turbinenplatz hat sich in den letzten 20 Jahren sehr stark verändert. In den 1990er-Jahren begann die Umstrukturierung des Industriegebietes Zürich West in ein Wohn-, Arbeits- und Dienstleistungsgebiet (Zürich damals und heute, 2016). Das bedeutete, dass im Gebiet zusätzliche Bürogebäude, Einkaufsmöglichkeiten und Schulen entstanden sind. Im Zuge dieser Veränderungen wurden in Zürich West auch öffentliche Freiräume gestaltet, einer davon ist der Turbinenplatz, der davor als Lager- und Werkgelände der Schwerindustrie diente. (Stadt Zürich)

Einige wichtige Veränderungen:

2004 Puls 5 „leben, einkaufen und arbeiten“. (Puls 5, 2017)

2011 Primetower „Mieter sind vor allem Kunden aus dem gehobenen Dienstleistungssektor.“ (Primetower, 2017; Puls 5, 2017; Stadt Zürich, 2016)

2013 Maaghof „Weniger pendeln mehr wohnen“. (Maaghof west, 2017)

- 2014 Toniareal „Zürcher Hochschule der Künste“ (Zürcher Hochschule der Künste, 2017)
- 2015 Pfingstweidpark „Quartierpark mit grossflächiger und multifunktionaler Spiel- und Liegewiese“ (Stadt Zürich)

## **4.2 Gestaltung und Nutzung**

Die Gestaltungssprache wirkt abstrakt und ist klar geometrisch aufgebaut (Jezler & Buehrle, 2013, S. 2). Das Areal soll durch das Gestaltungskonzept an die industrielle Vergangenheit des Giessereigeländes anknüpfen. Der Bodenbelag aus massiven Betonelementen und Chaussierungen ist typisch für Industriehallen und Lagergelände. Weiter erinnern Gusschienen der Entwässerungsrinnen an die ehemaligen Industriegeleise (Stadt Zürich, 2016).

Die einheitliche Birkenbepflanzung ist das zentrale, pflanzliche Element. Angelehnt an Lagergelände in einem frühen Sukzessionsstadium kann die Birkenbepflanzung auf den chaussierten Belägen als inszenierter Pionierstandort verstanden werden. Nebst den dominierenden Gehölzpflanzungen fallen mit Gräser und Stauden bepflanzte Sickerbecken und massive Sitzmöglichkeiten aus Holz auf. Das Beleuchtungskonzept des französischen Lichtdesigners Laurent Fachard zaubert nach Einbruch der Dunkelheit ein buntes Farbenspiel auf den Platz (Jezler & Buehrle, 2013, S. 9).

Der funktional gestaltete Platz wird durch die zentrale Lage im Gewerbegebiet tagsüber als Durchgangsweg und Aufenthaltsmöglichkeit für Arbeitspausen genutzt. Die Nutzungsintensität ist besonders bei schönem Wetter über Mittag sehr hoch. Aus den umliegenden Gebäudekomplexen strömen viele Angestellte in das Areal. Ausserhalb der Mittagszeit und vor allem am Abend aber ist der grosse Platz oftmals leer (westnetz, 2017). Seit der Erstellung fanden zwar einige Veranstaltungen wie Open-Airs, Quartiertreffs und Partys auf dem Platz statt, ein Teil der Bevölkerung ist aber mit der Ausgestaltung des Areals nicht zufrieden. Sie empfinden es als ungemütlich, kalt und kahl. Im Jahre 2011 lehnte der Stadtrat eine Motion ab, die den Turbinenplatz wohnlicher und grüner hätte gestalten wollen. Die Begründung war damals, dass rings um den Turbi-



nenplatz vor allem Hotels und Kultureinrichtungen seien, die eine urbane, platzartige Gestaltung verlangen. (nzz, 2017), (Jezler & Buehrle, 2013, S. 13)

#### 4.3 Die Pflanzung der Birken

Die Birken wurden im Jahr 2003 und 2004 mit ca. 10 Jahren verpflanzt. Dem Bildmaterial nach zu urteilen, handelte es sich dabei um Jungbäume mit Stammumfängen von 14-16 oder 16-18 Zentimeter. Die Ballen und die Baumgruben waren sehr klein (siehe Abbildung 2). Die Mindestgrösse des Pflanzloches in natürlichem, skelettreichem Boden sollte mindestens die doppelte Breite und Höhe des Wurzelballens betragen (Bund Schweizer Baumpflege, 2015). Die Ballen wurden nicht geöffnet, abgedeckt und mit Bodenverankerungen fixiert.



Abbildung 2: Die Verpflanzung der Bäume im Jahr 2010, Foto: Daniel Hartmann



## **5 Die Pflege und Entwicklungsabschätzung von Grün Stadt Zürich**

Seit der Pflanzung wurden jährlich Baumkontrollen durchgeführt. Die Jungbaumpflege fiel sehr zurückhaltend aus, so wurde in der Jugendphase beispielsweise nicht regelmässig aufgeastet. Einzelne Bäume mussten in frühen Jahren ersetzt werden und relativ früh kam der Verdacht auf schlechte Pflanzenqualität auf. Bei den Gutachten ist die frühe Vergreisung zwar aufgefallen, Massnahmen aber wurden nicht eingeleitet. Die Entwicklung der Bäume im Bereich der sanierten Staudenrabatten wird als sehr positiv eingestuft. Zurzeit sind keine vitalitätssteigernde Eingriffe geplant. Allfällige Neupflanzungen werden erst durchgeführt, wenn keinerlei Überlebenschancen mehr vorhanden sind. Im Bezug auf Krankheiten oder sonstigen Befall wurden mit Ausnahme vereinzelter Pilze an Stämmen keine auffälligen Besonderheiten dokumentiert. (Wäfler, 2017), (Lenz, 2018)

Die widrigen Standortbedingungen und die damit verbundenen Problematiken sind den Baumsachverständigen bekannt. So wird auf der stark frequentierten Fläche eine hohe Bodenverdichtung vermutet. Weiter werden Nahrungsmangel, die starke Sonneneinstrahlung, Salz- und Urineintrag als vitalitätsmindernde Faktoren verstanden. (Lenz, 2018)

Falls Massnahmen erfolgen sollten, würde eine Kategorisierung nach Vitalitätsstufe vorgeschlagen, auf die Bodenanalysen folgen würden. Dazu müssten Sondierungsschlitze gemacht und Bodenproben genommen werden. Als wichtige Sofortmassnahme würden stammschützende Einhagungen und Substratverbesserung vorgeschlagen werden. Zudem könnten auch versuchsweise punktuelle Dünungen angegangen werden. Bei allfälligen Ersetzungen sollten resistenter Pionierarten verwendet werden. (Lenz, 2018)

## 6 Ergebnisse

### 6.1 Das Gehölzanalysewerkzeug

In beratenden Gesprächen mit Christoph Schreiber am 21.11.18 und Axel Heinrich am 08.02.18 wurden die aufzunehmenden Parameter besprochen. In qualitativen Interviews wurden das Werkzeug und die aufgenommenen Daten (siehe Abbildung 3) mit den Fachpersonen Antje Lichtenauer am 21.02.18 und Urs Benz am 23.02.18 diskutiert und bewertet. In den folgenden Abschnitten werden Werkzeug und Parameter genauer erläutert.

<b>Allgemeine Daten</b>	Baumnummer	1
	Gattung und Art <i>B.pendula</i> =1, Andere=0	1
<b>Nummerische Parameter</b>	Höhe in Meter	9.45
	Stammumfang in Meter	0.57
	Stammdurchmesser in Meter	0.181528662
	Kronenansatz in Meter	3.4
	Kronenradius in Meter	2.6
<b>Vitalitätsindikatoren</b>	Vitalitätsstufe VS0-3	2
	Sekundäre Krone 1=Ja, 0=Nein	0
	Zustand sekundäre Krone 1= nichtwüchsig, 2= genügend wüchsig, 3= sehr wüchsig	
	Ueberwallung der jüngsten Astkappung 0=nicht vorhanden, 1=schwach, 2=mittel, 3=stark	1
	Wurzelanlauf sichtbar 1=Ja, 0=Nein	1
	Stammausschläge 1=Ja, 0=Nein	1
<b>Erscheinungsbild</b>	Abweichungen von der Optimalform 1= starke Abweichungen, 2= schwache Abweichung, 3= in der Norm	1
<b>Besonderheiten und Anomalien</b>	Krankheit 1=Ja, 0=Nein	0
	Stammschäden 1=Ja 0=Nein	0
	Bemerkungen	einseit von lampe weg, haupttrieb stark hängend, boomerang
	Fotos	einseitig schwache kronenspitze
<b>Oberflächenbeschaffenheit</b>	Oberfläche Boden 1= Chaussierung, 2= Baumscheibe, 3= Unterbepflanzung	2

Abbildung 3: Die verschiedenen Parameter mit einem Beispiel aus der Aufnahme. Die aufgenommenen Werte sind Zahlen um mögliche Tippfehler zu vermeiden und die Datenauswertung zu erleichtern. Quelle: excel file Marc Vögelin.

### 6.1.1 Allgemeine Daten

Baumnummer, Gattung und Art

Bei der Aufnahme wurden alle Bäume vor Ort manuell nummeriert und die Standorte und Sortenechtheit mit den Informationen aus dem Baumkataster (Grün Stadt Zürich, 2018) abgeglichen.

### 6.1.2 Numerische Parameter

Höhe

Die Höhe konnte anhand des Försterdreiecks ermittelt werden. Diese Vorgehensweise beruht auf dem Strahlensatz. Die beobachtende Person visiert mithilfe eines Musterdreiecks über die Hypotenuse bei waagrecht Kathete die Spitze des zu messenden Objektes an (siehe Abbildung 5). Die Entfernung des Beobachtenden vom Objekt entspricht dann der Höhe oberhalb der Augenhöhe. Zu dieser gemessenen Höhe wird die Augenhöhe addiert und somit die absolute Höhe ermittelt (siehe Abbildung 4)

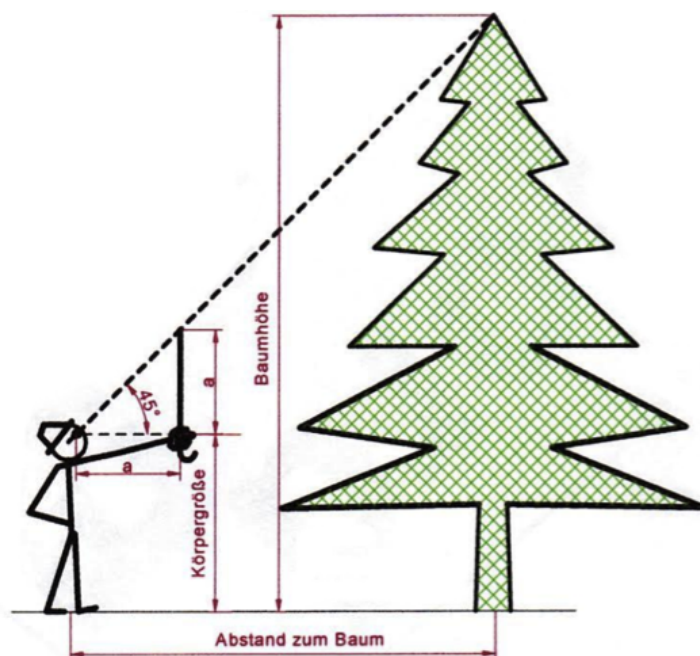


Abbildung 4: Die beiden Kantenlängen des gleichseitigen Dreiecks  $a$  und  $b$  werden der Höhe des Baumes und dem Abstand zum Baum gegenüber gestellt. Quelle: (Schutzgemeinschaft Deutscher Wald, 2018)



Abbildung 5: Das Gleichschenklige Dreieck ist auf einem Stativ fixiert. Mithilfe einer Wasserwaage wird die waagerechte Position der Kathete garantiert. Quelle: Foto Marc Vögelin

(Schutzgemeinschaft Deutscher Wald, 2018).

### Stammumfang und Kronenansatz

Um eine Vergleichbarkeit in den aufgenommenen Werten garantieren zu können, wurden sämtliche Stammumfänge 1 Meter ab Boden gemessen. Weiter wurde die Höhe des Kronenansatzes aufgenommen. Der Kronenansatz ist der Stammbereich der untersten kronenbildenden Äste oder Stämmlinge (FLL, 2017, S. 65).

### Kronendurchmesser

Dieser Parameter ist eher eine Schätzung als eine Messung, da die Kronenprojektion oft stark von der Kreisform abweicht. Es wurde mit mehreren Radiusmessungen pro Baum eine durchschnittliche Grösse abgeschätzt.



Abbildung 6: Die Bestimmung des Kronenradius

### 6.1.3 Vitalitätsfaktoren

#### Vitalitätsstufe

Wie im Kapitel 3.2.3 erläutert, wurden die Wipfeltriebe in die Vitalitätsstufen 0-4 eingeteilt.

Die unten angefügten Bilder sind Beispiele aus der Anlage, die nach Roloff eingeteilt wurden und als Referenzbilder für die Aufnahme gelten.



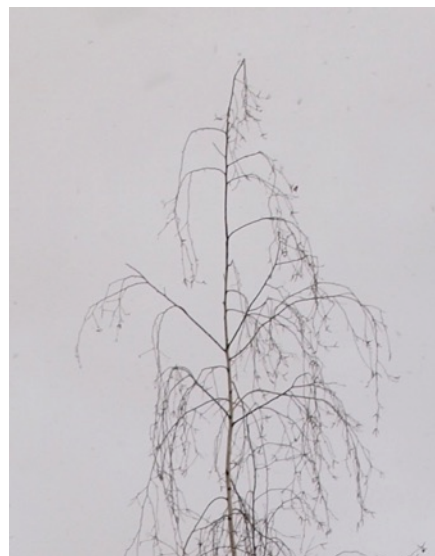
Vitalitätsstufe 0



Vitalitätsstufe 1



Vitalitätsstufe 2



Vitalitätsstufe 3

Abbildung 7: Vitalitätsstufen im Überblick. Quelle: Foto Marc Vögelin

## Sekundäre Krone und Zustand sekundäre Krone

Der Zustand wird angelehnt an die Vitalitätsstufen von Roloff vereinfacht in drei verschiedene Kategorien eingeteilt: nicht wüchsig, genügend wüchsig, wüchsig.

## Überwallung von Astkappungen

Um die Resultate der Aufnahmen dieses Parameters möglichst vergleichbar zu machen, wurden jeweils die Überwallungen der am höchsten liegenden Astkappungen betrachtet. Um speditiv aufnehmen und trotzdem eine gewisse Genauigkeit garantieren zu können, wurde die überwallte Fläche und die ursprüngliche Schnittfläche verglichen und in eine der folgenden 4 Kategorien eingeteilt:

- Überwallung nicht vorhanden (quasi keine Überwallung)
- Überwallung schwach vorhanden (weniger als einen Viertel der Schnittfläche)
- Überwallung mittelmässig vorhanden (mehr als einen Viertel der Schnittfläche)
- Überwallung stark vorhanden (komplette Überwallung)

## Stammfuss

Unter diesem Kriterium wurde dokumentiert, ob ein Wurzelanlauf vorhanden ist. Die folgende Bildreihe mit klaren Beispielen aus dem Turbinenplatz erleichterte die Kategorisierung.



Ohne Wurzelanlauf



Mit Wurzelanlauf



Abbildung 8: Referenzbilder Wurzelanlauf. Quelle: Foto Marc Vögelin

### 6.1.4 Erscheinungsbild der Krone

#### Abweichung von der Optimalform

Der typische Habitus von *Betula pendula* ist im Kapitel 3.2.2 erläutert. Unter diesem Kriterium wurden die jeweiligen Abweichungen zur Optimalform anhand der untenstehenden Referenzbilder festgehalten.



Abbildung 9: Der typische Habitus von *Betula pendula*, belaubt und unbelaubt, Quelle: baumkunde.de



### **6.1.5 Besonderheiten und Anomalien**

#### Krankheiten und Schäden

Trotz laublosem Zustand wurde versucht auf Krankheiten einzugehen und auffallende Merkmale zu erfassen. Verletzungen am Stamm und im Kronenansatz wurden aufgenommen und in den Bemerkungen dokumentiert.

#### Bemerkungen

Unter Bemerkungen fielen Punkte, die für jeden einzelnen Baum speziell sind. Sie dienen der Erläuterung der Bewertung. Eine Abweichung der Optimalform oder spezielle Anomalien beispielsweise wurden unter diesem Kriterium genauer erläutert.

### 6.1.6 Oberflächenbeschaffenheit

Die Bäume auf dem Areal stehen in drei unterschiedlich beschaffenen Böden. In diesem Kriterium wird aufgenommen, ob die Bäume in der Chaussierung, in einer Baumscheibe oder in einer Unterpflanzung stehen (Abbildung 10).



Unterpflanzung



Baumscheibe



Chaussierung

Abbildung 10: Bäume in den verschiedenen Oberflächen, Fotos: Marc Vögelin

## 6.2 Analyse der Gehölze

### 6.2.1 Allgemeine Daten

Verortung der Bäume und Sortenechtheit im Zusammenhang mit den Vitalitätsstufen

Auf dem Baumkataster der Stadt Zürich (Grün Stadt Zürich, 2018) sind 69 Bäume eingezeichnet. Zwei davon konnten auf dem Platz nicht mehr gefunden werden. Von den existierenden 67 Bäumen wurden 47 in der Chaussierung, 11 in einer Baumscheibe und 9 in einer Unterpflanzung verortet. Im Baumkataster sind alle Bäume als *Betula pendula* eingetragen. Im Laufe der vorliegenden Arbeit aber wurden 18 Bäume nicht eindeutig als *Betula pendula* identifiziert. Zwei Drittel dieser Bäume wurden im nördlichen Teil, rechts der Retentionsbecken registriert. Diese Bäume wurden allesamt der Vitalitätsstufe 2 oder 3 zugeordnet. Die übrigen 6 Bäume wurden im östlichen Teil verortet und sind unterschiedlichen Vitalitätsstufen zugeordnet worden.

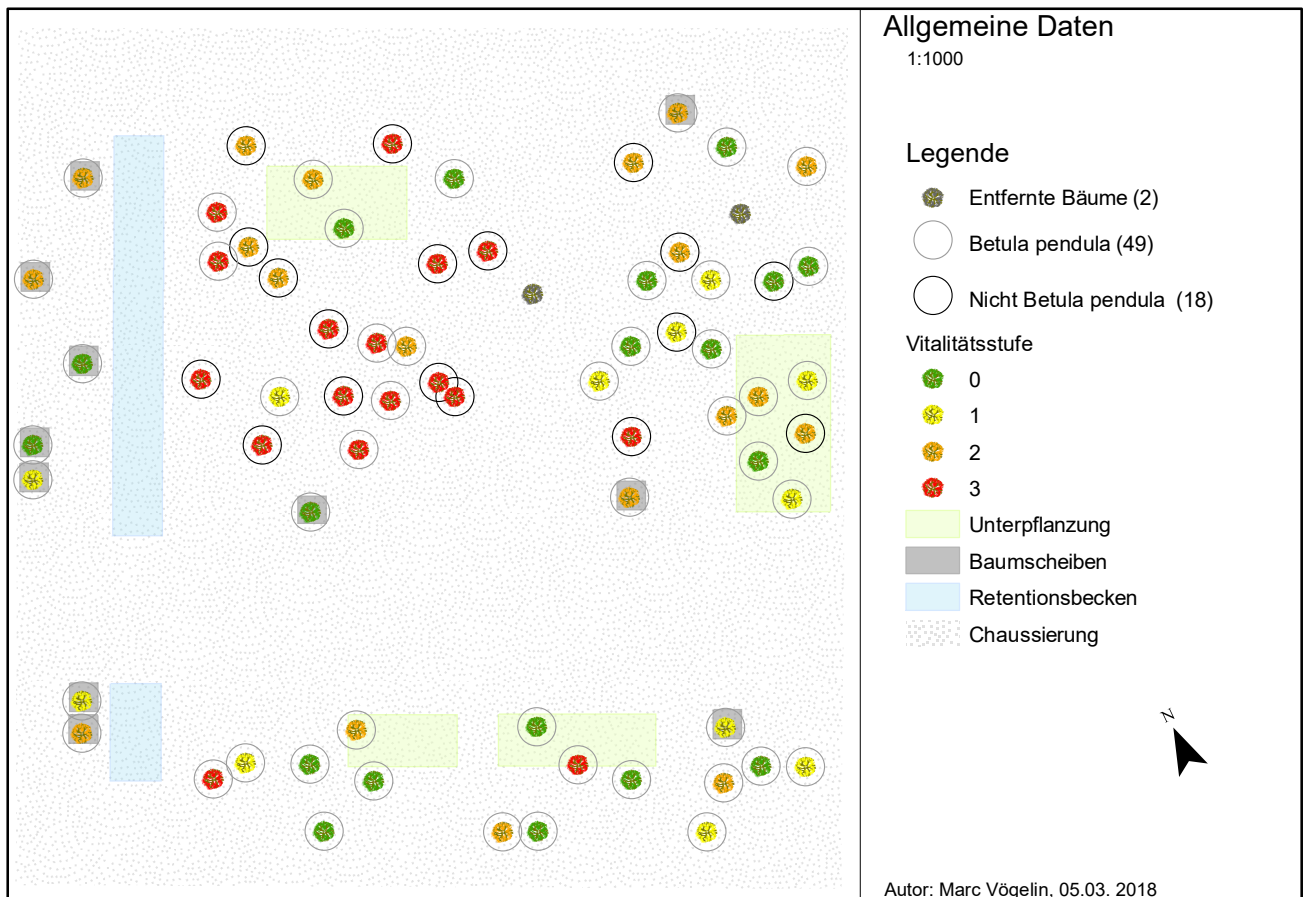


Abbildung 11: Artendiversität

## 6.2.2 Numerische Parameter

### Streuung der Daten

Die erhobenen Daten der Parameter Höhe, Stammumfang, Kronenansatz und Kronendurchmesser wurden statistisch untersucht. Die Streuung innerhalb der Parameter Höhe und Kronendurchmesser war gross. Die beiden Parameter Stammumfang und Kronenansatz streuten schwach. (Siehe Tabelle 1: Numerische Parameter)

Tabelle 1: Numerische Parameter

Parameter	Höchster Wert (m)	Tiefster Wert (m)	Median (m)	Varianz	Standardabweichung
Höhe	23.7	9.3	14.9	11.550	3.400
Stammumfang	1,00	0.35	0.54	0.022	0.150
Kronenansatz	4.34	2.5	30.35	0.218	0.467
Kronendurchmesser	7.6	2.0	33.6	2.054	1.433

### Korrelationskoeffizienten

Zwischen Höhe und Kronenansatz, Höhe und Durchmesser sowie Umfang und Durchmesser wurde ein schwacher linearer Zusammenhang festgestellt (Korrelationskoeffizient  $<0.5$ ). Zwischen Höhe und Stammumfang konnte ein mittlerer linearer Zusammenhang festgestellt werden (Korrelationskoeffizient  $0.5-0.8$ ).

Tabelle 2: Korrelationskoeffizienten

Korrelationskoeffizient Höhe und Kronenansatz	0.252
Korrelationskoeffizient Höhe und Kronendurchmesser	0.319
Korrelationskoeffizient Umfang und Kronendurchmesser	0.423
Korrelationskoeffizient Höhe und Stammumfang	0.676

### Verhältnis von Höhe und Kronenansatz

Es wurde ein horizontaler bis leichter Aufwärtstrend zwischen Höhe und Kronenansatz festgestellt (siehe Abbildung ).

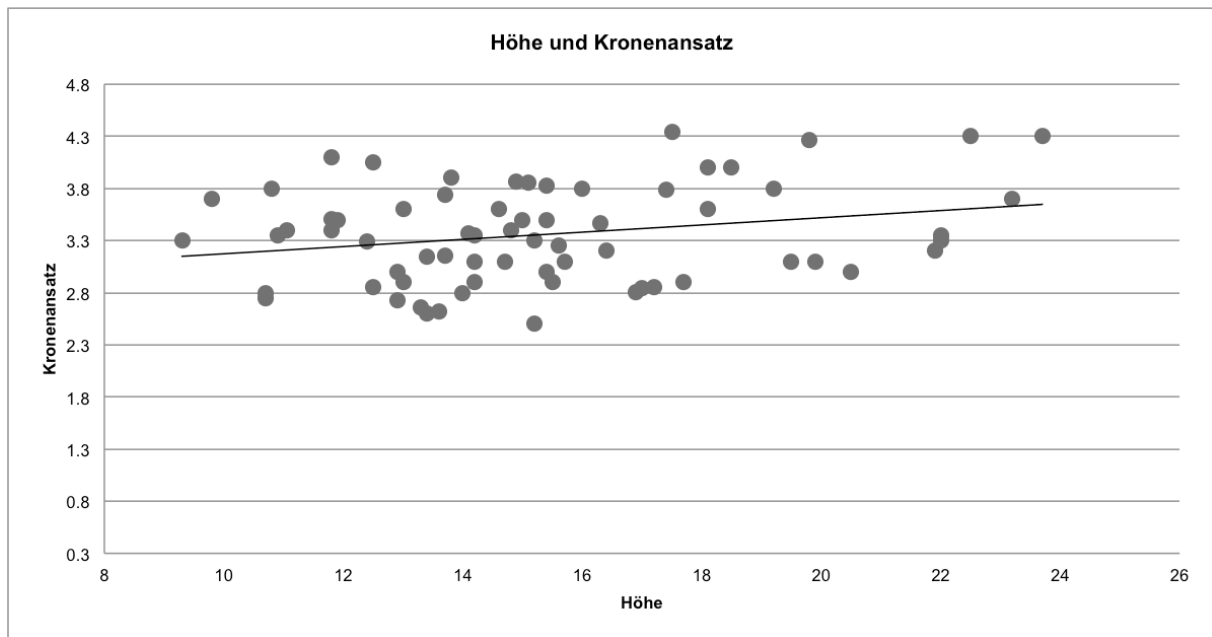


Abbildung 12: Das Verhältnis von Höhe und Kronenansatz

### Verhältnis von Baumhöhe und Stammumfang

Durch die Gegenüberstellung der beiden Größen konnte festgestellt werden, dass ein Aufwärtstrend vorliegt. Da aber nur ein mittlerer linearer Zusammenhang festgestellt werden konnte, ist eine deutliche Streuung der Daten vorhanden. Auf der Abbildung 13: Das Verhältnis von Baumhöhe und Stammumfang weiter auf dieses Verhältnis eingegangen.

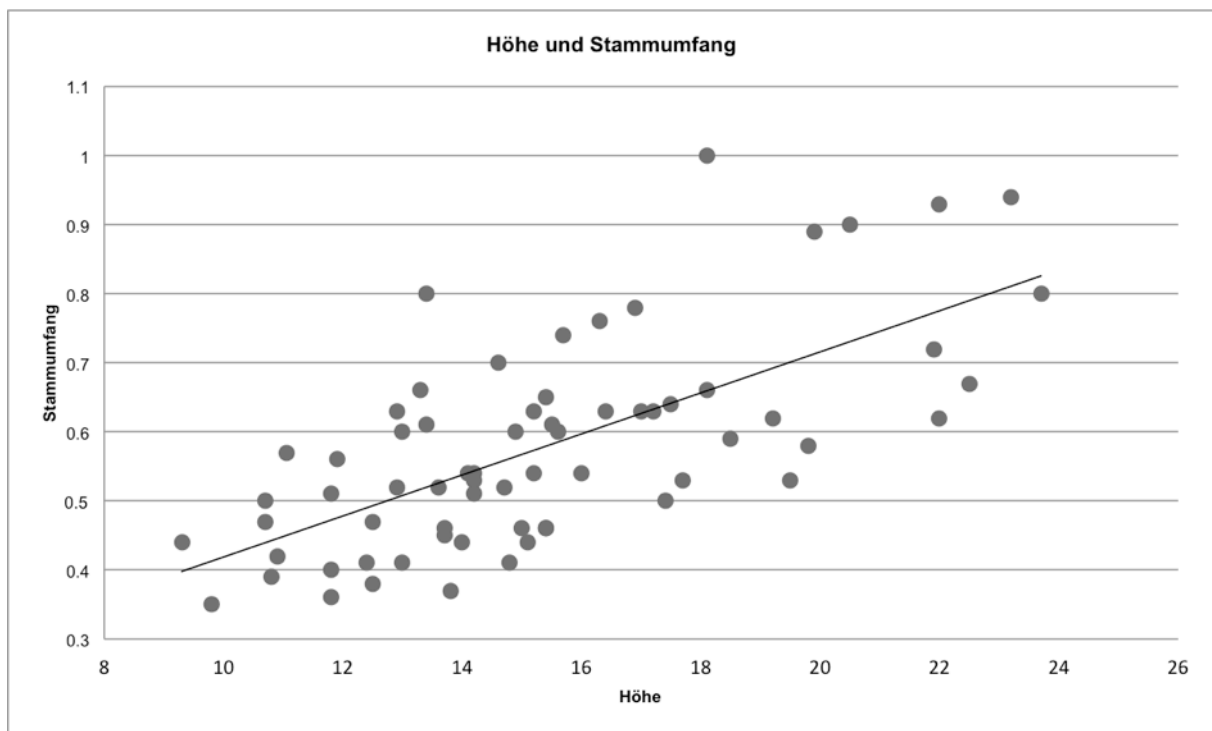


Abbildung 13: Das Verhältnis von Baumhöhe und Stammumfang



### Baumhöhe und Stammumfang im räumlichen Kontext

Im Bereich der Unterpflanzungen wurden durchgehend hohe Werte beider Parameter erhoben. Die Werte in der Chaussierung erwiesen sich als mehrheitlich tiefer. Dies wurde vor allem im nördlichen Teil, rechts der Retentionsbecken deutlich sichtbar. In diesem Bereich war weiter ein Grossteil der Bäume im Verhältnis zu ihrem geringen Stammumfang relativ hoch. Im östlichen Bereich, nahe der Unterpflanzung fielen weiter einige Bäume mit hohen Werten beider Parameter auf. Die Werte beider Parameter in den Baumscheiben sind im mittleren Bereich.

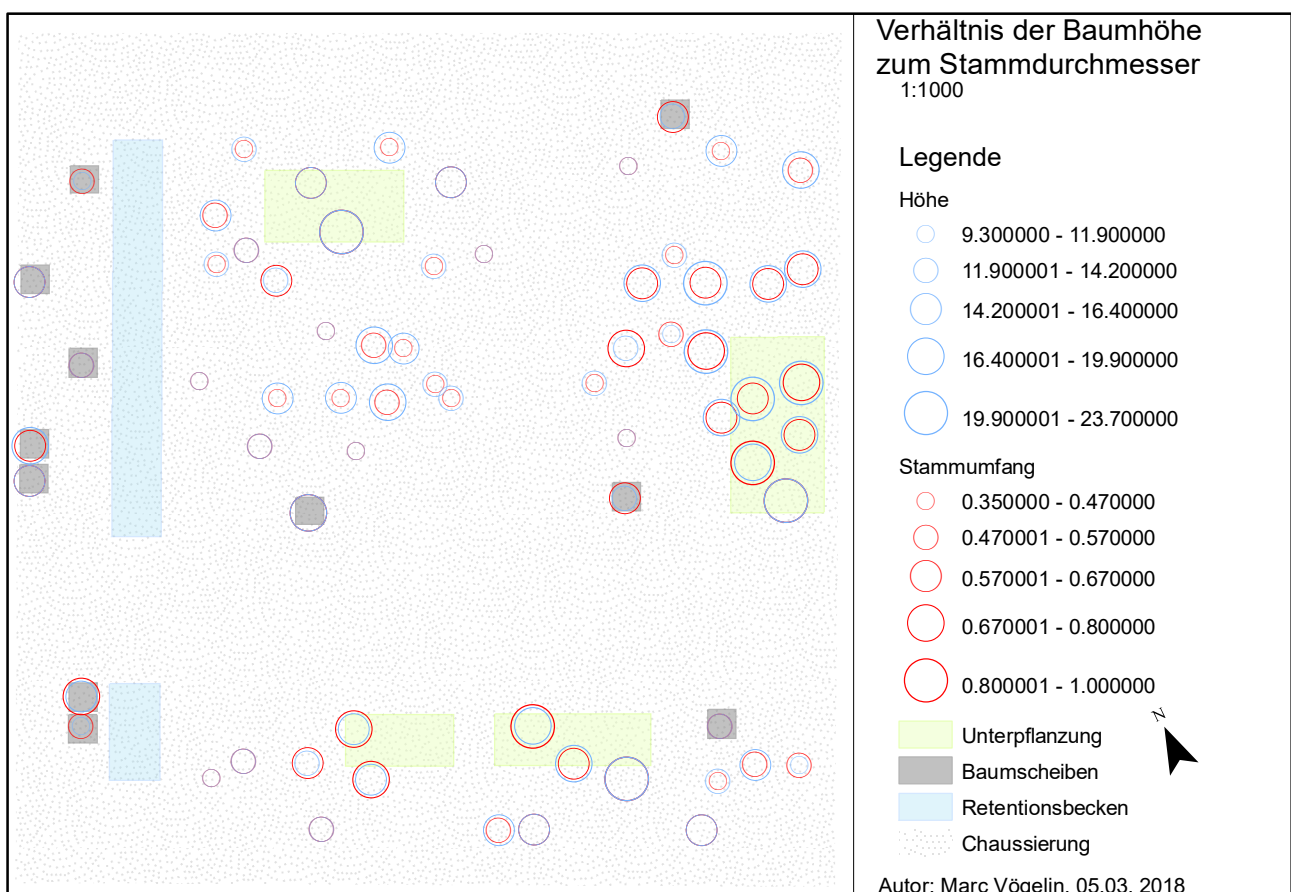


Abbildung 14: Verortung des Verhältnis von Baumhöhe und Stammumfang

### 6.2.3 Vitalitätsstufen

26% aller Bäume (17Stk.) wurden in die Vitalitätsstufe 3, 28% (19Stk.) in die Vitalitätsstufe 2, 18% (12Stk.) in die Vitalitätsstufe 1 und 28% (19Stk.) in die Vitalitätsstufe 0 eingeordnet. Somit wurden über die Hälfte nicht den Vitalitätsstufe 0-1 zugeteilt. Alle die Bäume mit Vitalitätsstufe 3 standen in der Chaussierung. 14 davon im nördlichen Bereich, rechts der Retentionsbecken. Die Bäume mit Vitalitätsstufe 1-3 wurden auf dem gesamten Areal verortet. 13 der insgesamt 19 Bäume der Vitalitätsstufe 0 standen in der Chaussierung. Weiter wurden 3 der 11 Bäume in Baumscheiben und 3 der 9 unterpflanzten Bäume in die Vitalitätsstufe 0 eingeteilt.

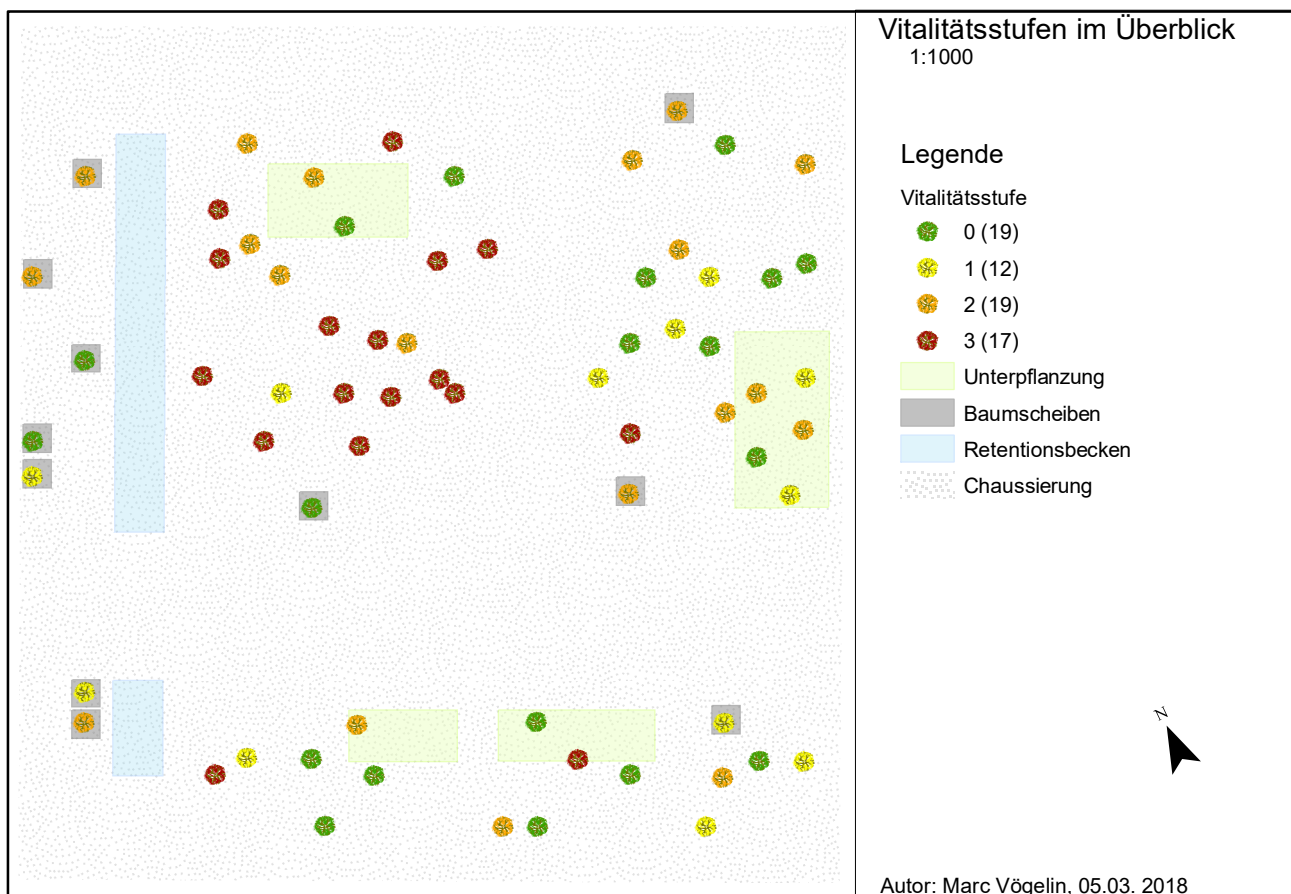


Abbildung 15: Vitalitätsstufen im Überblick

### 6.2.4 Vitalitätsstufen im Zusammenhang mit dem Stammumfang

Die Bäume mit Vitalitätsstufe 3 wiesen mittlere bis sehr kleine Stammumfänge auf. Die Bäume der Vitalitätsstufe 1 und 2 wiesen mittlere Stammdurchmesser auf. Diejenigen mit Vitalitätsstufe 0 hingegen wiesen fast ausschliesslich grössere Umfänge auf.

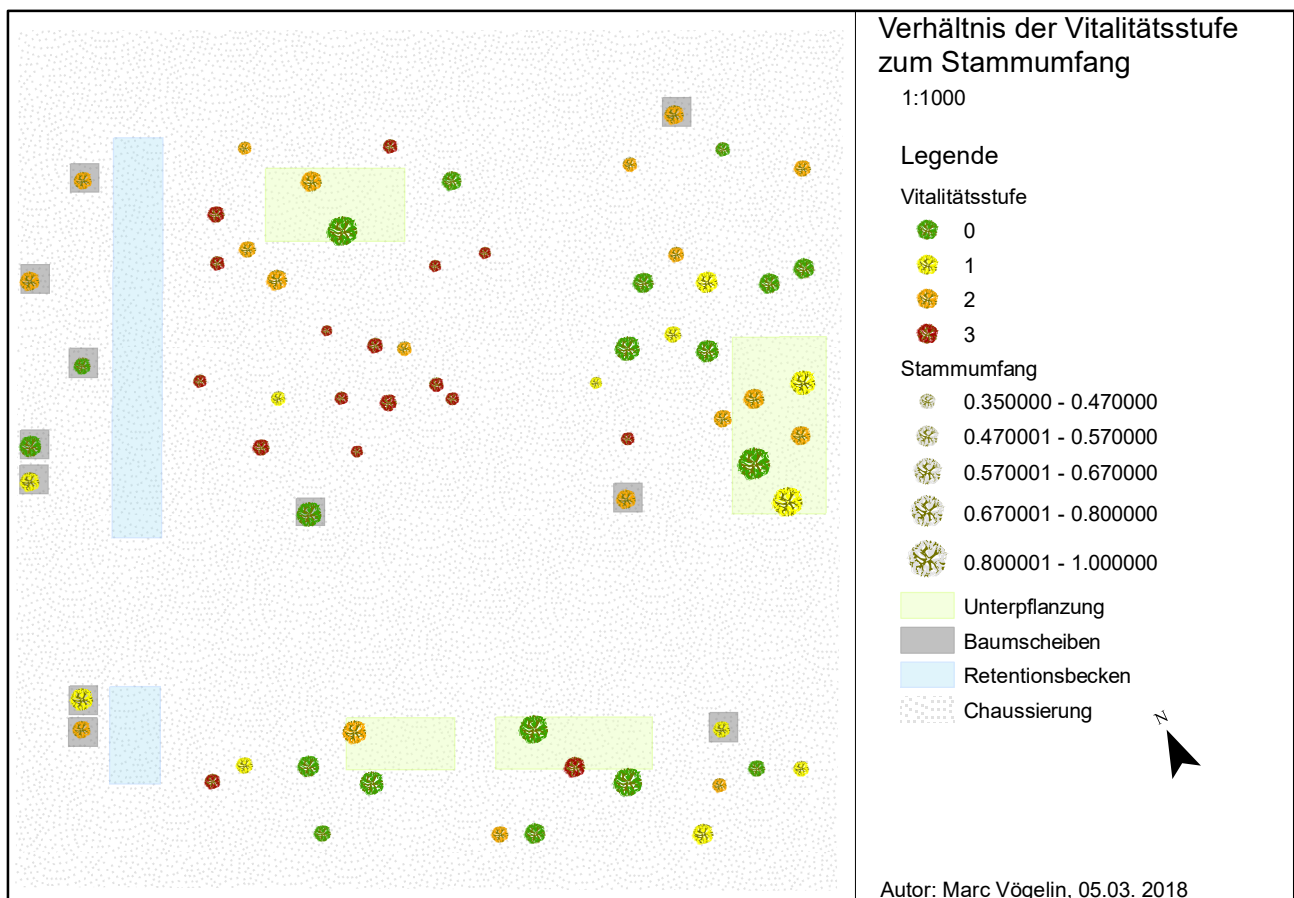


Abbildung 4: Verhältnis der Vitalitätsstufe zum Stammumfang

### 6.2.5 Erscheinungsbild und verschiedene Vitalitätsindikatoren

#### Optimalform

Von den insgesamt 67 Bäumen wichen 22 stark von der Optimalform ab. 3 davon wurden der Vitalitätsstufe 0 und 5 der Vitalitätsstufe 1 zugeordnet. Die restlichen 14 Bäume, also über 60% wurden in die Vitalitätsstufen 2 oder 3 eingeteilt. 4 der 9 unterpflanzten Bäume und 3 der 11 Bäume in Baumscheiben wichen stark von der Optimalform ab. Weiter wiesen 15 der insgesamt 47 Bäume in der Chaussierung dieses Merkmal auf.

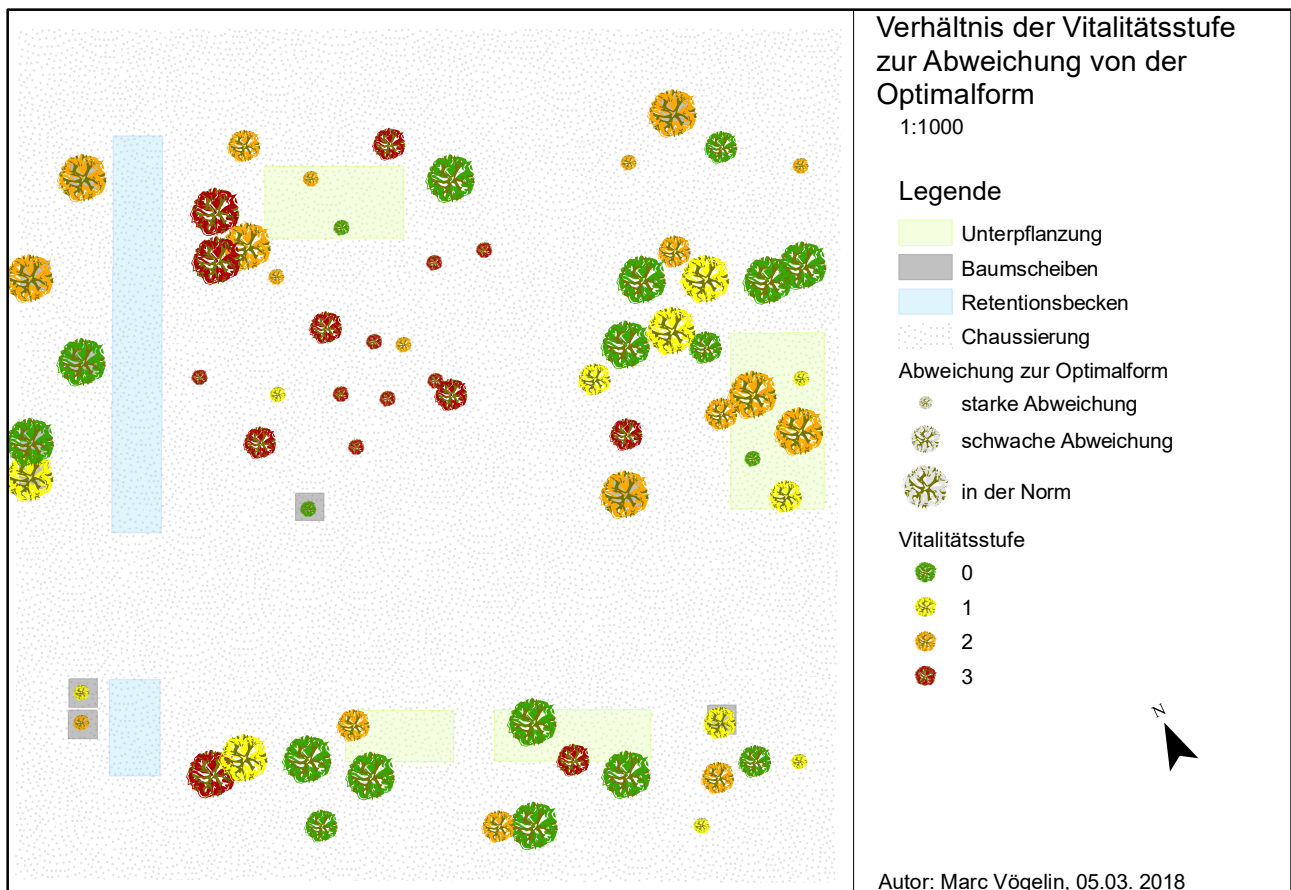


Abbildung 17: Verhältnis der Vitalitätsstufe zur Abweichung von der Optimalform

## Sekundäre Krone

31 Bäume haben eine sekundäre Krone ausgebildet. Davon wurden rund 30% den Vitalitätsstufen 0-1 und 70% den Vitalitätsstufen 2-3 zugeordnet. 24 dieser Bäume standen in der Chaussierung. Weiter wiesen 4 der 9 Bäume in den Unterpflanzungen und 3 der 11 Bäume in Baumscheiben dieses Merkmal auf.

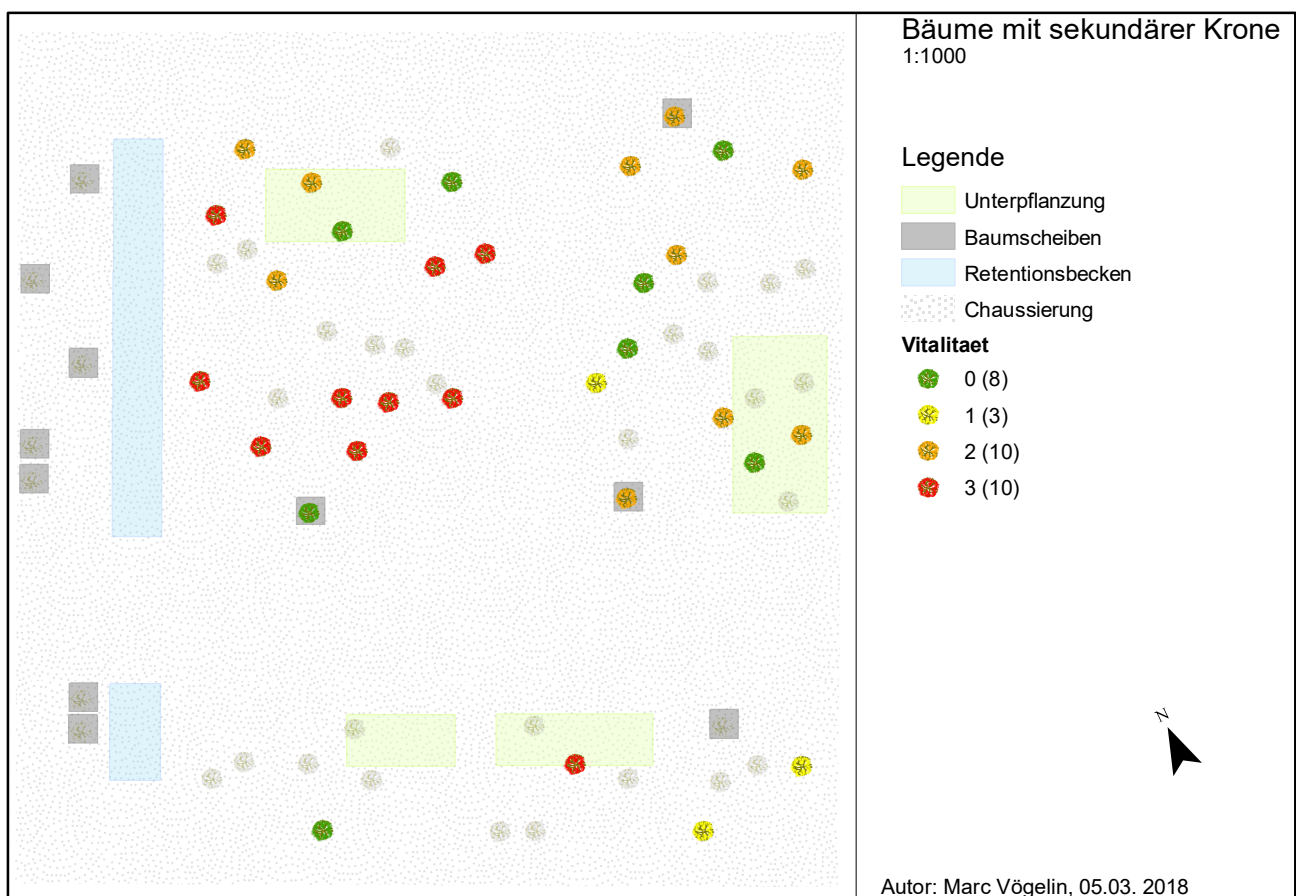


Abbildung 18: Bäume mit sekundärer Krone



## Stammausschläge

Insgesamt wiesen 15 Bäume Stammausschläge auf. 7 davon gehörten zu der Vitalitätsstufe 3 und 6 zu der Vitalitätsstufe 2. Lediglich 2 wurden der Vitalitätsstufe 1 zugeordnet. Kein Baum mit Vitalitätsstufe 0 wies dieses Merkmal auf. 1 Baum mit Stammausschlägen stand in der Unterpflanzung und 3 in Baumscheiben. Die restlichen 11 in der Chausseierung.

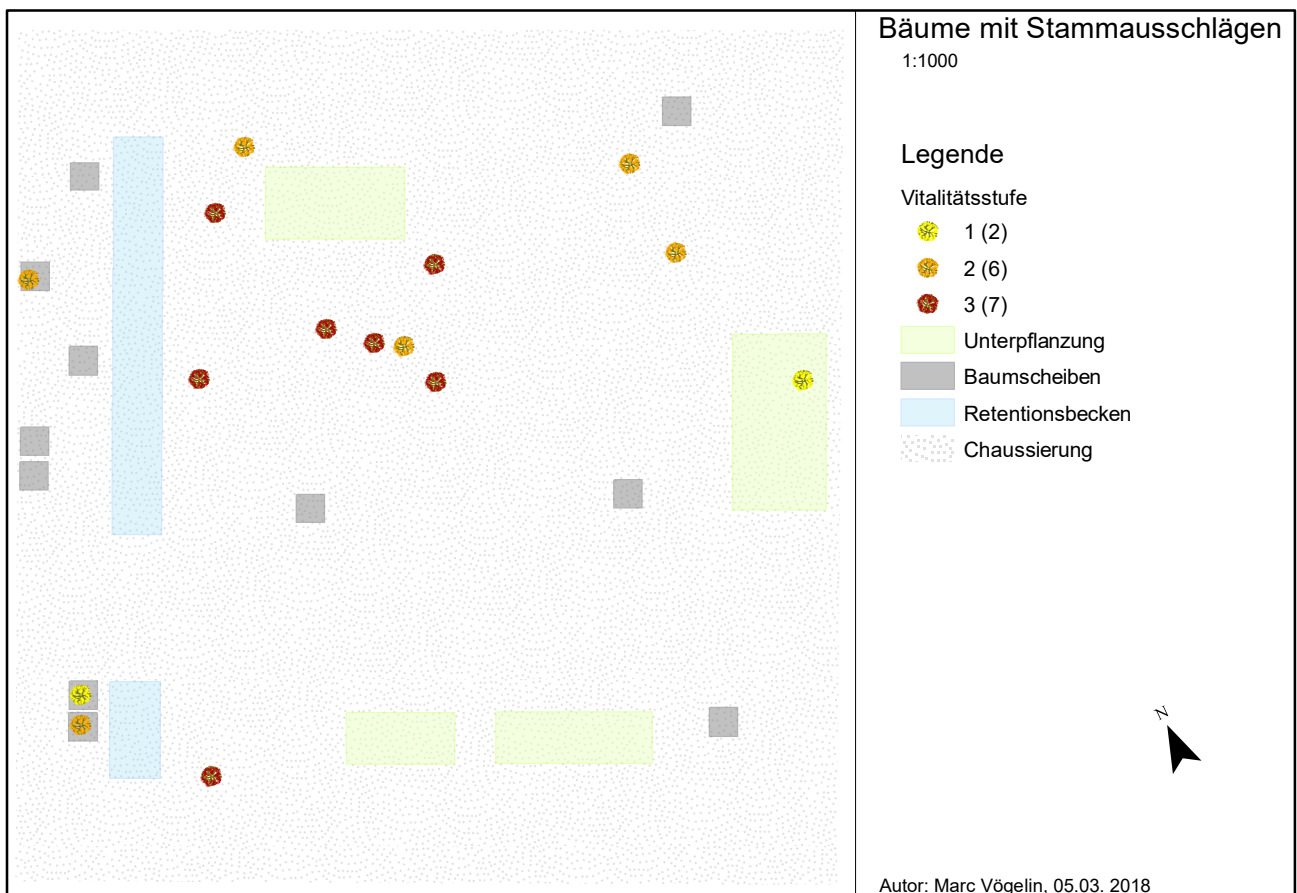


Abbildung 19: Bäume mit Stammausschlägen

## Stammfuss

Ungefähr 40% der Bäume wiesen einen sichtbaren Wurzelanlauf auf. Davon waren je ein Drittel der Vitalitätsstufe 0 und 2 zuzuordnen. Die restlichen Bäume gehörten je zu einem Sechstel der Vitalitätsstufe 1 und 3 an. Weniger als ein Drittel aller Bäume in der Chaussierung wiesen einen deutlichen Wurzelanlauf auf. Jedoch war bei einem Drittel der Bäume in der Unterpflanzung und bei mehr als der Hälfte der Bäume in den Baumscheiben ein Wurzelanlauf sichtbar.

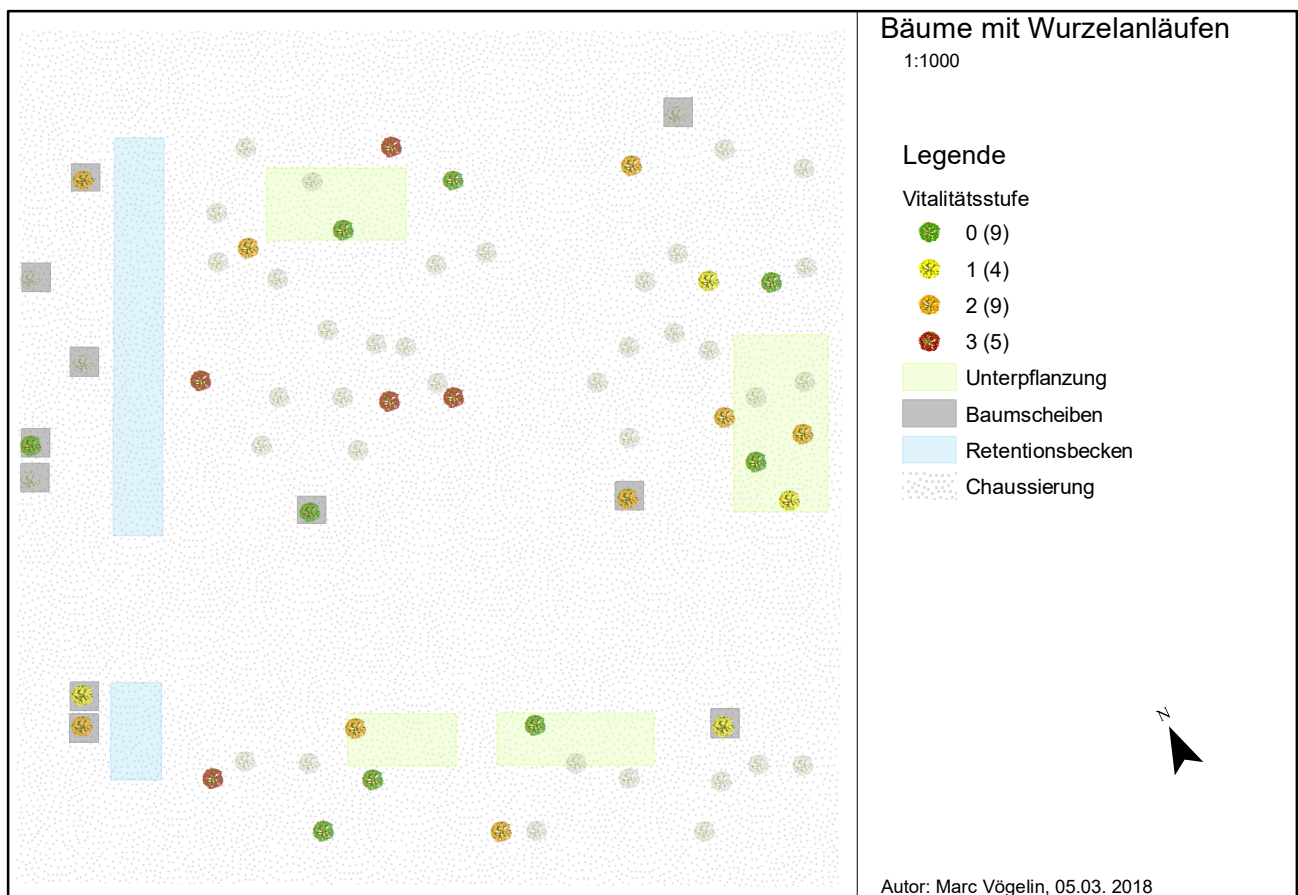


Abbildung 20: Bäume mit deutlichem Wurzelanlauf

## Überwallung und Stammschaden

Beim Parameter Überwallung konnte keine aussagekräftige Tendenz sichtbar gemacht werden. Weder im Bezug auf den Untergrund noch auf die Vitalitätsstufen oder andere Vitalitätsindikatoren. Stammschäden wurden ausser in den eingezäunten Unterpflanzungen auf dem gesamten Areal vorgefunden. Starke Anfahrtsschäden waren nur in den Randbereichen sichtbar.

### 6.2.6 Kategorisierung

Die Bäume auf dem Areal wurden in vier Kategorien eingeteilt (siehe Abbildung 21: Kategorisierung). Die Kategorien bewerten den Allgemeinzustand nach Roloff (Roloff, Baumkronen, 2001, S. 13), gehen auf die verschiedenen Phasen von Stressreaktionen ein (siehe Kapitel 3.1.1 Vitalität) und beinhalten die Entwicklungschancen für die Bäume auf dem Platz. Die Einteilung erfolgte durch das Prüfen und Gewichten der Wechselwirkungen ausgewählter Parameter, die sich in der Analyse der Gehölze als aussagekräftig erwiesen haben (siehe Kapitel 6.2 Analyse der Gehölze) und in den Interviews empfohlen wurden (siehe Anhang B und C). Es handelte sich dabei um die Baumhöhe, den Stammumfang, die Vitalitätsstufen, die Abweichung von der Optimalform, die Bemerkungen und die Oberflächenbeschaffenheit.



- 1. Kategorie: Guter Allgemeinzustand, die Bäume sind nicht in der Alarmphase. Die Entwicklungschancen an ihrem Standort werden als gut eingeschätzt.
- 2. Kategorie: Genügend bis guter Allgemeinzustand, die Bäume scheinen erst seit kurzem in der Alarmphase angekommen zu sein oder sie fallen durch Besonderheiten im Parameter Bemerkung (z. B. Anfahrtsschaden) auf. Die Entwicklungschancen sind ungewiss.
- 3. Kategorie: Kritischer Allgemeinzustand, die Bäume sind in der Alarm- oder Erschöpfungsphase angekommen. Die Entwicklungschancen sind ungewiss.
- 4. Kategorie: Sehr kritischer Allgemeinzustand. Die Chance, dass die Bäume aus der Erschöpfungsphase wieder in die Regenerationsphase zurückkehren, wird als sehr gering eingeschätzt. Die Entwicklungschancen stehen schlecht.

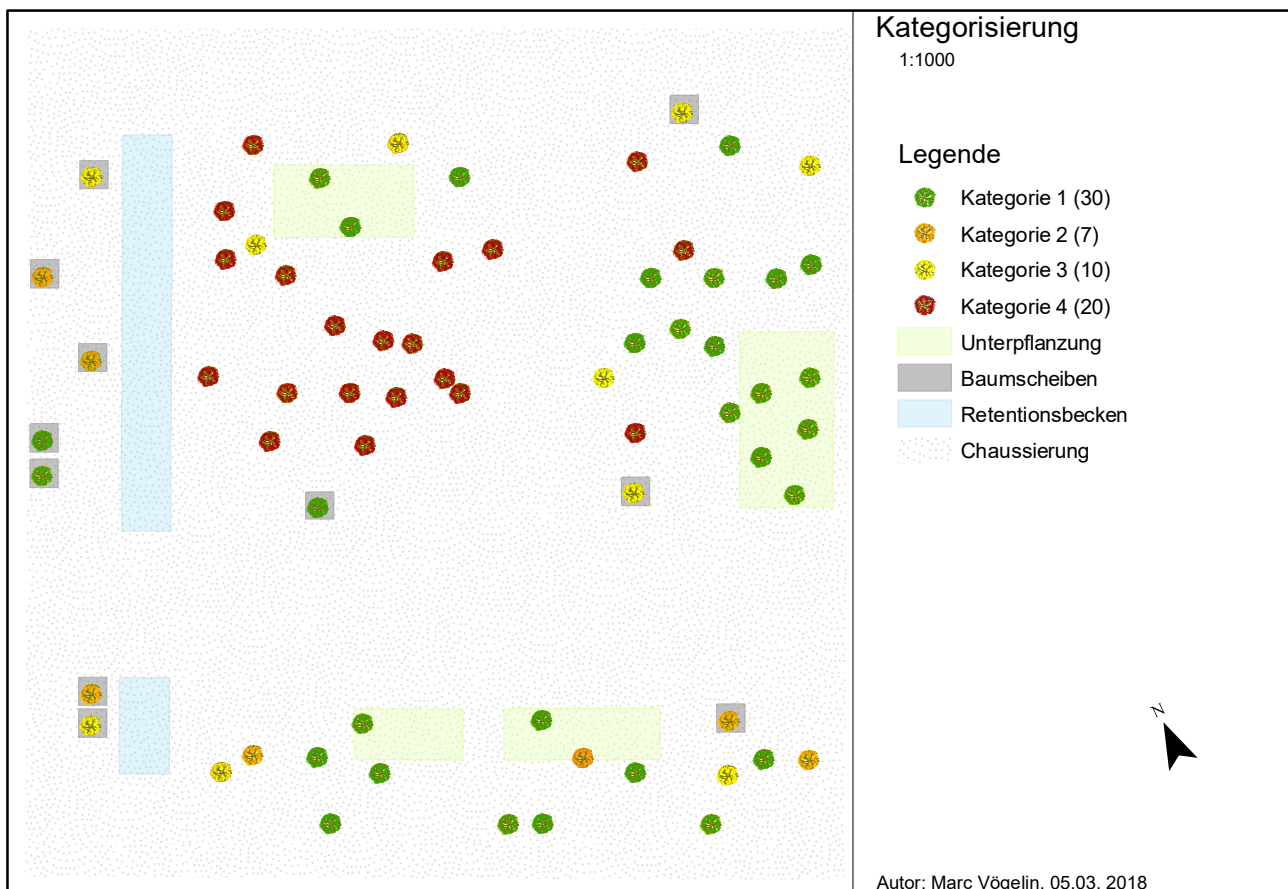


Abbildung 21: Kategorisierung

### 6.3 Handlungsfelder

Zu allen Kategorien wurde jeweils ein Handlungsfeld definiert und entsprechende Massnahmen hergeleitet.

- Monitoring Stufe 1

Für die Bäume der Kategorie 1 sind keine Massnahmen zur Vitalitätssteigerung ausgearbeitet worden, da ihr Allgemeinzustand als sehr gut eingestuft wurde.

- Monitoring Stufe 2

Der Allgemeinzustand der Bäume der Kategorie 2 wurde als nicht stabil eingeschätzt und muss genauer beobachtet werden. Es wird davon ausgegangen, dass sich der Zustand dieser Bäume in absehbarer Zeit verschlechtert oder verbessert. Sobald eine derartige Entwicklung beobachtet wird, müssen die Bäume neu kategorisiert werden.

- Weiterführende Untersuchungen

Der Allgemeinzustand der Bäume der Kategorie 3 wurde für eine Fällung als zu vital eingeschätzt. Die Entwicklungschancen der Bäume müssen genauer untersucht werden. Es wird vorgeschlagen in einem ersten Schritt den Boden und das Wurzelwachstum genauer zu untersuchen.

- Neupflanzungen

Die Bäume der Kategorie 4 wurden in einen sehr kritischen Allgemeinzustand eingeordnet. Die Bäume sind so schlecht entwickelt (abgestorbener Wipfeltrieb, vergreisende Wipfeltriebe, sehr geringer Zuwachs), dass eine Fällung und Neupflanzung mit entsprechender Standortverbesserung empfohlen wird.

## 7 Diskussion

### 7.1 Beantwortung der Forschungsfragen

*Können durch Interpretation von numerischen Parametern, der Körpersprache von Bäumen und Vitalitätsbeurteilung klare Aussagen über den aktuellen Zustand der Bäume gemacht werden?*

*Ist es möglich, beruhend auf der oben beschriebenen Analyse, für das vorliegende Praxisbeispiel Problematiken zu lokalisieren, und situativ angepasste Handlungsfelder herzuleiten?*

Die Erhebung der Daten im Stil, wie es in dieser Arbeit vorgeschlagen wird, ist sinnvoll. Es ist gelungen ungefähr siebzig Bäume, mithilfe eines halbstandardisierten Gehölzanalysewerkzeug auf verschiedene Parameter zu untersuchen und dadurch deren Allgemeinzustand abzuschätzen. Für das Interpretieren der Körpersprache von Bäumen und die Vitalitätsbeurteilung von *Betula pendula* ist ein Mindestverständnis an Baumpflege und Baumbeurteilung nötig, das in dieser Arbeit im Theorieteil enthalten ist. Die hohe Homogenität des Alters und der Gattung und Art der Bäume auf dem Turbinenplatz bietet sich an, um Vergleiche der Bäume auf dem Platz anzustellen. Anhand dieser Vergleiche konnten Problemzonen herauskristallisiert, eine Kategorisierung der Bäume durchgeführt und Handlungsfelder zugeteilt werden (siehe Kapitel 6.3 Ergebnisse Handlungsfelder). Die spezifischen Massnahmen in den einzelnen Handlungsfelder sind lediglich grob skizziert, da die Ursachen für die grossen Unterschiede in der Entwicklung der Bäume nur teilweise geklärt werden konnten.

## 7.2 Gehölzanalysewerkzeug

In diesem Kapitel werden die Unterschiede und Gemeinsamkeiten des erarbeiteten Gehölzanalysewerkzeugs und der Gehölzbeurteilung in der Praxis (siehe Kapitel 3.1.3 Gehölzbeurteilung in der Praxis) aufgezeigt sowie die Vor- und Nachteile des Gehölzanalysewerkzeuges vorgestellt.

Durch die Interviews wurde klar, dass erfahrene Fachpersonen bei der Aufnahme im Grunde ähnlich vorgehen. Sie nehmen die Daten ebenso mit einem Raster auf und leiten anschliessend Massnahmen ab (siehe Kapitel 3.1.3 Gehölzbeurteilung in der Praxis). Die Resultate und die daraus resultierenden Pflegeeingriffe und Massnahmen sind aber stark von der subjektiven Einschätzungen der Fachpersonen geprägt (siehe Kapitel 3.1.3 Gehölzbeurteilung in der Praxis). In dieser Arbeit werden die Daten aller Bäume mit Hilfe des Gehölzanalysewerkzeuges ohne Wertung aufgenommen. Daraufhin werden sie analysiert, untereinander verglichen, gewichtet und erst dann Handlungsfelder ausgearbeitet. Diese Vorgehensweise bietet den Mehrwert, dass die Kategorisierung und die Ausarbeitung der Handlungsfelder für aussenstehende Personen nachvollziehbar ist (siehe Kapitel 6.2.6 Kategorisierung und 6.3 Handlungsfelder).

Die digitale, geobasierte Datenerfassung bei Gehölzanalysen ist in der Praxis aktuell ein Thema, die Technologie hat sich in der Privatwirtschaft aber noch nicht etabliert (Benz, 2018). Dieses Werkzeug bietet aufgrund der digitalen Erfassung die Möglichkeit die erhobenen Daten statistisch auszuwerten. Durch die geobasierte Datenerfassung können darüber hinaus Aussagen zu Mustern und Tendenzen im Raum gemacht werden (siehe Kapitel 6.2 Analyse der Gehölze).

### Diskussion der Parameter

In den folgenden Abschnitten werden die Parameter des Gehölzanalysewerkzeuges und der beiden in dieser Arbeit behandelten Formulare (siehe Kapitel 3.1.3 Gehölzbeurteilung in der Praxis und Anhang E und D) verglichen. Dabei werden die wichtigsten Gemeinsamkeiten beschrieben und die Vor- und Nachteile des Gehölzanalysewerkzeuges gegenüber der beiden Formularen besprochen. Im Anschluss wird das Verbesserungspotenzial abgeschätzt.

### Gemeinsame Parameter

- Zu den gemeinsamen Parametern gehören ein Grossteil der allgemeinen Daten. Darunter die Baumnummer, die Höhe, der Stammumfang und das Alter der Bäume (siehe Kapitel 3.1.3 Gehölzbeurteilung in der Praxis). Hinzu kommt die Erfassung von Stammausschlägen und die Sekundärtrieben, wobei in den Formularen aus der Praxis der Anteil der Sekundärtriebe in 25%-Schritten angegeben wird (siehe Anhang D). Im Gehölzanalysewerkzeug dagegen wird das Vorhandensein der Sekundärkrone bestimmt (siehe Kapitel 6.1 Ergebnisse Gehölzanalysewerkzeug). Bei jungen Birken wird die Aussagekraft der Sekundärkrone als grösser eingeschätzt, da bei den aufgenommenen Bäume die Menge der Sekundärtriebe fast immer unter 25% ist diese Beurteilung somit nicht aussagekräftig ist.

### Vorteile der Parameter des Gehölzanalysewerkzeuges:

- Prüfung vorhandener Daten: Es stellte sich als sehr sinnvoll heraus, die Angaben aus dem Baumkataster zu prüfen. Sie sind nicht aktuell und teilweise fehlerhaft. (siehe Kapitel 6.1 Ergebnisse Gehölzanalysewerkzeug).
- Vitalitätsbeurteilung im Wipfelbereich: In den beiden Formularen werden die Treiblängen bei der Aufnahme vom Boden aus abgeschätzt (Benz, 2018). Diese Art der Aufnahme ist stark von der Subjektiven Wahrnehmung geprägt. Im Gehölzanalysewerkzeug hingegen werden die Verzweigungsstrukturen der Wipfeltriebe im laublosen Zustand betrachtet und anhand von Referenzbildern aus dem Praxisbeispiel in die Vitalitätsstufen VS 0-3 eingeteilt (siehe Kapitel 3.2.3 Vitalitätsbeurteilung und Kapitel 6.1 Ergebnisse Gehölzanalysewerkzeug).
- Standort: In den Formularen aus der Praxis beinhaltet der Standort viele Parameter, die eine Menge an Eventualitäten abdecken (siehe Kapitel 3.1.3 Gehölzbeurteilung in der Praxis). Im vorliegenden Gehölzanalysewerkzeug wurden vor der Aufnahme die drei unterschiedlichen Oberflächenbeschaffenheiten bestimmt und als Kategorien aufgeführt. Das spart Zeit und erleichtert die Aufnahme

#### Nachteile der Parameter des Gehölzanalysewerkzeuges:

- **Stammschäden:** Grosse Stammschäden werden in den beiden Formularen in Zentimetern angegeben. Im Gehölzanalysewerkzeug ist dies nicht der Fall. Es gibt nur das Kriterium Stammschaden vorhanden oder nicht. Dies ist ein Schwachpunkt. Im Formular für Bonitierung der Stadtbäume vom Institut für Angewandte Pflanzenbiologie Schönbuch wird ab einem Stammschaden von 100 Quadratzentimetern die Fläche des Schadens verlangt (siehe Anhang D). Dieses Vorgehen wird als sehr sinnvoll erachtet. So können kleine Wunden vernachlässigt werden, grosse aber werden aufgeführt.
- **Krankheiten, Beurteilung des Laubes:** Durch die Aufnahmen im Winter konnten im Bezug auf die beiden Parameter keine aussagekräftigen Aussagen gemacht werden (siehe Kapitel 6.1 Ergebnisse Gehölzanalysewerkzeug).
- **Das Kriterium der Überwallung der Astkappungen** hat sich nicht bewährt. Die Einteilung erweist sich als schwierig. Weiter wird die Aussagekraft wurde von verschiedenen Experten bezweifelt, da das Alter und der Zeitpunkt der zu untersuchenden Astkappungen nicht bestimmbar ist (Benz, 2018) und (Lichtenauer, 2018).

#### Verbesserungspotenzial der Parameter des Gehölzanalysewerkzeuges

- **Kronenradius:** Die Ermittlung der Kronenradien stellte bei der Aufnahme Probleme dar. Da der Wert über mehrere Messungen abgeschätzt wird, ist das Vorgehen aufwändig und ungenau. Anstatt eines numerischen Masses könnte die Ausladung der Krone anhand von Referenzbildern kategorisch eingeteilt werden.
- **Abweichung von der Optimalform:** Die Abweichung von der Optimalform scheint ein sehr wichtiger Parameter. Mit vordefinierten Bemerkungen zu Verzweigungsstruktur oder Wuchsformen könnte man diesen noch ausbauen, um sich wiederholende Muster leichter erkennbar zu machen.
- **Bemerkungen:** Die Bemerkungen sind ein sehr wichtiges Kriterium, aus dem viele Informationen entnommen werden können. Es würde sich bei diesem Parameter lohnen ein begrenztes Vokabular zusammenzustellen und immer dieselben

Begriffe zu verwenden, um in der Auswertung einfacher Vergleiche anstellen zu können.

- Pilze und Krankheiten: Es würde sich lohnen eine zweite Aufnahme im belaubten Zustand zu machen. So könnten beispielsweise Blattgrösse, Vergilbung, Blattbefall oder Verlichtung dokumentiert werden (siehe Anhang E und D).

### Grenzen des Gehölzanalysewerkzeuges

Das Gehölzanalysewerkzeug beschränkt sich auf sichtbare Elemente. Deshalb sind Informationen nicht enthalten, die den Allgemeinzustand sehr stark beeinflussen können. So ist beispielsweise nicht klar, ob überall auf dem Areal dasselbe Substrat eingebaut wurde, ob die Pflanzgruben überall gleich gross sind, oder ob die Pflanzqualität einheitlich ist (Benz, 2018), (Lichtenauer, 2018).

## 7.3 Analyse der Gehölze

Die grosse Streuung von Höhe und Kronendurchmesser und die tiefen Korrelationswerte von Höhe und Kronendurchmesser sowie von Umfang und Kronendurchmesser weisen auf die sehr unterschiedliche Entwicklung der Bäume auf dem Platz hin. Die Analyse zeigt, dass sich die Bäume in ihrer Entwicklung sehr unterscheiden.

Der mittlere lineare Zusammenhang zwischen Höhe und Stammumfang konnte festgestellt werden. Bei diesem Verhältnis sind die Ausreisser interessant. Es ist schwierig eine eindeutige Tendenz festzustellen. Jedoch entsteht der Eindruck die Bäume im nördlichen Bereich, rechts der Retentionsbecken konnten durch ihre geringe Vitalität zwar noch an Höhe zulegen, das sekundäre Dickenwachstum aber blieb grösstenteils aus. Siehe dazu Abbildung 13: Das Verhältnis von Baumhöhe und Stammumfang und Abbildung 4: Verhältnis der Vitalitätsstufe zum Stammumfang.

Der tiefe Korrelationswert und der schwache Aufwärtstrend beim Verhältnis von Höhe und Kronenansatz zeigt deutlich, dass keine korrekte Aufastung erfolgt ist. So liegt der Trendlinie zufolge bei einem 10 Meter hohen Baum der Kronenansatz auf ca. 3 Metern bei einem 20 Meter hohen Baum lediglich auf 3.5 Metern. Siehe dazu Tabelle 2: Korrelationskoeffizienten und Abbildung 12: Das Verhältnis von Höhe und Kronenansatz.

Der Fakt, dass über die Hälfte der 25 Jahre alten Birken auf dem Platz nicht in die Vitalitätsstufen 0-1 eingeteilt werden können, ist alarmierend. Dass alle Bäume mit Vitalitätsstufe 3 in der Chaussierung stehen, lässt vermuten, dass dieser Untergrund eine negative Einwirkung auf die Vitalität hat. Diese Bäume weisen im Vergleich auch relativ geringe Höhen auf. Daher liegt die Vermutung nahe, dass sich die Bäume in der Chaussierung von Beginn an nicht gut entwickeln konnten und sie nicht durch Schäden oder spätere Einflüsse geschwächt wurden. Die Ansammlung von Bäumen mit geringer Vitalitätsstufe in der Chaussierung im nördlichen Bereich, rechts der Retentionsbecken lässt weiter Vermuten, dass in diesem Teil des Areals der Bodenaufbau besonders ungünstig ist. Siehe dazu Abbildung 13: Das Verhältnis von Baumhöhe und Stammumfang und Abbildung 15: Vitalitätsstufen im Überblick.

Ein Grossteil der Bäume mit stark abweichenden Optimalformen und Bäume mit sekundären Kronen werden in eine geringe Vitalitätsstufe eingeordnet. Die Stammausschläge können mit einer noch höheren Wahrscheinlichkeit mit Vitalität in Verbindung gebracht werden, da kein Baum mit der Vitalitätsstufe 0 und nur ein Baum mit der Vitalitätsstufe 1 dieses Merkmal aufweist. Siehe dazu Abbildung 17: Verhältnis der Vitalitätsstufe zur Abweichung von der Optimalform, Abbildung 18: Bäume mit sekundärer Krone und **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**

Die Ausprägung des Stammfusses, Überwallung und Stammschaden kann nicht direkt mit der Vitalität in Verbindung gebracht werden. Ein Zusammenhang zwischen schlechter Wundheilung, vorhandenen Stammschäden und das Fehlen von Wurzelanläufen kann durch die getätigten Aufnahmen nicht bestätigt werden.



## 7.4 Schlussfolgerung und Ausblick

Das Gehölzanalysewerkzeug ist praxistauglich, da es auf die vorliegende Situation abgestimmt ist. Die in dieser Arbeit vorgeschlagene Vorgehensweise bietet die Möglichkeit räumliche Tendenzen und Muster erkennbar zu machen und die Handlungsfelder konnten nachvollziehbar ausgearbeitet werden. Die grossen Vitalitätsunterschiede konnten dennoch nicht abschliessend geklärt werden. Für weiterführende Untersuchungen des Praxisbeispiels wären der Boden und das Wurzelwachstum interessante Aspekte. Dabei wäre beispielsweise spannend, ob sich bei den Bäumen in der Chaussierung und in den Baumscheiben die Wurzeln über den Radius der Pflanzgrube hinaus durchsetzen konnten. Weiter wäre es interessant zu untersuchen, wie viel Wasser über die Oberfläche versickern kann und wie hoch die Bodenverdichtung ist. Eine weitere spannende Frage wäre die Gestaltung der vorgeschlagenen Neupflanzung im nördlichen Teil, rechts der Retentionsbecken. Bei der Konzipierung sollte nach einer stabilen, standortangepassten Pflanzenszusammensetzung gesucht werden. Ein möglicher Ansatz wären durchmischte Bestände mit unterschiedlichen Gattungen und Arten verschiedener Altersstufen. Die Neupflanzungen würden auch bodenverbessernde Massnahmen mit sich bringen. In diesem Punkt stellt sich die Frage nach dem Substrat, der Mulchschicht und einer allfälligen Unterpflanzung. Ein weiterer interessanter Aspekt wäre die Konzipierung zusammenhängender, grossflächiger Wurzelräume. Ein weiteres grosses Thema, das in dieser Arbeit aufgegriffen wurde, ist die digitale, geobasierte Datenaufnahme. In diesem Zusammenhang wäre zu beobachten, wie sich die Technologien in der Praxis etablieren. Weiter wäre es zu prüfen ob sich die Daten sammeln lassen würden, um in einem grösseren Kontext Vergleiche anzustellen zu können. Das würde Chancen bieten, Zusammenhänge rund um das Thema Stadtbäume qualitativ und quantitativ zu untersuchen.

## 8 Literaturverzeichnis

Benz, U. (23. Februar 2018). Interview mit Fachpersonen aus der Baumpflegebranche. (M. Vögelin, Interviewer)

Bund Schweizer Baumpflege. (13. Oktober 2015). [www.baumpflege-schweiz.ch](http://www.baumpflege-schweiz.ch). Abgerufen am 20. März 2018 von <http://www.baumpflege-schweiz.ch/pdf/baumpflanzung.pdf>

Butin, H. (2011). *Krankheiten der Wald- und Parkbäume Krankheit - Biologie - Bekämpfung*. Stuttgart: Eugen Ulmer KG.

FLL. (2017). *Zusätzliche technischen Vertragsbedingungen-Baumpflege*. Bonn, Deutschland: FLL.

GALK. (22. 11 2017). [www.galk.de](http://www.galk.de). Abgerufen am 15. 12 2017 von [http://www.galk.de/arbeitskreise/ak\\_stadtbaeume/webprojekte/sbliste/](http://www.galk.de/arbeitskreise/ak_stadtbaeume/webprojekte/sbliste/)

gehoelze.ch. (2016). [www.gehoelze.ch](http://www.gehoelze.ch). Abgerufen am 20. Oktober 2016 von <http://www.gehoelze.ch/haengebirke.pdf>

Grün Stadt Zürich. (Februar 2018). [www.maps.stadt-zuerich.ch](http://www.maps.stadt-zuerich.ch). Abgerufen am 2. Februar 2018 von [https://www.maps.stadt-zuerich.ch/zueriplan3/Stadtplan.aspx?#route\\_visible=true&basemap=Stadtplan&map=&scale=2000&xkoord=2681432.645&ykoord=1249315.51&lang=&layer=Stadtbaum%3A%3A14%2CTennisplatz%3A%3A8&window=&selectedObject=str2052&selectedLayer=&toggleScreen=1&legacyUrlState=&drawings=](https://www.maps.stadt-zuerich.ch/zueriplan3/Stadtplan.aspx?#route_visible=true&basemap=Stadtplan&map=&scale=2000&xkoord=2681432.645&ykoord=1249315.51&lang=&layer=Stadtbaum%3A%3A14%2CTennisplatz%3A%3A8&window=&selectedObject=str2052&selectedLayer=&toggleScreen=1&legacyUrlState=&drawings=)

Hefflerich, C. (2009). *Die Qualität qualitativer Daten* (3. Auflage Ausg.). Wiesbaden, Deutschland: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Heinrich, A. (8. Februar 2018). Beratungsgespräch mit Fachpersonen aus der Baumpflegebranche. (M. Vögelin, Interviewer)

Heinrich, A., & Saluz, A. (2014). *Urban Forestry Bäume Wichtige Strassenbäume*. Bericht, Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften Departement Life Science und Facility Management, Urbaner Gartenbau, Wädenswil.

*Historischer Städteplan der Schweiz, Chur SFC 01.109. (1823 / 35).*

infoflora. (2016). [www.infoflora.ch](http://www.infoflora.ch). Abgerufen am 20. Oktober 2016 von <https://www.infoflora.ch/de/flora/276-betula-pendula.html>

Jezler, A., & Buehrle, C. (2013). *Turbinenplatz Zürich, Untersuchung eines Grünraumes*. Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften Departement Life Science und Facility Management, Urbaner Gartenbau. Wädenswil: ZHAW.

Lamneck, S. (2010). *Qualitative Sozialforschung* (5. Auflage Ausg.). Weinheim, Basel: Beltz Verlag.

Lenz, P. (8. März 2018). Pflege und Entwicklungsabschätzungen von Grün Stadt Zürich. (M. Vögelin, Interviewer)

Lichtenauer, A. (21. Februar 2018). Interview mit Fachpersonen aus der Baumpflegebranche. (M. Vögelin, Interviewer)

Maaghof west. (2017). [www.maaghof-west.ch](http://www.maaghof-west.ch). Abgerufen am 15. Juni 2017 von [http://www.maaghof-west.ch/files/maaghof-west\\_dokumentation.pdf](http://www.maaghof-west.ch/files/maaghof-west_dokumentation.pdf)

nzz. (2017). [www.nzz.ch](http://www.nzz.ch). Abgerufen am Juni 2017 von [https://www.nzz.ch/der\\_turbinenplatz\\_soll\\_platz\\_bleiben-1.13078656](https://www.nzz.ch/der_turbinenplatz_soll_platz_bleiben-1.13078656)

Pirc, H. (2012). *Bäume von A-Z 740 Laub- und Nadelgehölze erkennen und verwenden*. Stuttgart: Eugen Ulmer GmbH & Co.

Primetower. (2017). [primetower.ch](http://primetower.ch). Abgerufen am 15. Juni 2017 von <http://primetower.ch/facts-figures/architektur>

Prof. Dr. habil. H. Balder, M. E.-I. (2017). *Der Gartenbau* (15), 34-37.

Puls 5. (2017). [www.puls5.ch](http://www.puls5.ch). Abgerufen am 16. Juni 2017 von <http://www.puls5.ch/puls-5/die-geschichte/giessereihalle.html>

Roloff, A. (2013). *Bäume in der Stadt*. Stuttgart: Eugen Ulmer KG.

Roloff, A. (2010). *Bäume Lexikon der praktischen Baumbiologie*. Weinheim: Wiley VCH Verlag GmbH .

Roloff, A. (2001). *Baumkronen Verständnis und praktische Bedeutung eines komplexen Naturphänomens*. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co.

Roloff, A. (2013). *Baumpflege Baumbiologische Grundlagen und Anwendung*. Stuttgart: Eugen Ulmer KG.

Roloff, A. (2013). *Baumpflege Baumbiologische Grundlagen und Anwendung*. Stuttgart: Eugen Ulmer KG.

Roloff, A. (2017). *Der Charakter unserer Bäume*. Stuttgart: Eugen Ulmer KG.

Schreiber, C. (21. November 2017). Beratungsgespräch mit Fachpersonen aus der Baumpflegebranche. (M. Vögelin, Interviewer)

Schutzgemeinschaft Deutscher Wald. (2018). <http://www.sdw-brandenburg.de>. Abgerufen am 10. Januar 2018 von [http://www.sdw-brandenburg.de/cms/front\\_content.php](http://www.sdw-brandenburg.de/cms/front_content.php)

Siewniak, M., & Kusche, . (2010). *Baumpflege Heute*. Berlin-Hannover: Patzer Verlag.

Stadt Zürich. (kein Datum).

Stadt Zürich. (1. Januar 2017). Abgerufen am 15. Dezember 2017 von [www.stadt-zuerich.ch](http://www.stadt-zuerich.ch): [https://www.stadt-zuerich.ch/gud/de/index/umwelt\\_energie/luftqualitaet/schadstoffe/ozon.html](https://www.stadt-zuerich.ch/gud/de/index/umwelt_energie/luftqualitaet/schadstoffe/ozon.html)

Stadt Zürich. (2016). [www.stadt-zuerich.ch](http://www.stadt-zuerich.ch). Abgerufen am 1. November 2016 von [https://www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/gsz/natur\\_und\\_erlebnisraeume/park-\\_und\\_gruenanlagen/turbinenplatz.html#beschreibung](https://www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/gsz/natur_und_erlebnisraeume/park-_und_gruenanlagen/turbinenplatz.html#beschreibung)

Wäfler, D. (8. März 2017). Pflege und Entwicklungsabschätzungen von Grün Stadt Zürich. (M. Vögelin, Interviewer)

westnetz. (2017). *westnetz.ch*. Abgerufen am 17. Juni 2017 von <http://westnetz.ch/story/studenten-sollen-turbinenplatz-beleben>

Wydler, H. (17. November 2016). Modul Grün und Gesundheit HS16. *Vorlesung Methoden*, Folien 6-7. Wädenswil, Zürich, Schweiz: zhaw Wädenswil.

Zürcher Hochschule der Künste. (2017). *www.zhdk.ch*. Abgerufen am 15. Juni 2017 von <https://www.zhdk.ch/campustoniareal>

Zürich damals und heute. (2016). *zhdamalsheute.ch*. Abgerufen am 15. Oktober 2016 von (<http://www.zhdamalsheute.ch/tag/turbinenplatz/>).

## 9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zürich West im Umbruch, Quelle: zhdamalsheute.ch.....	17
Abbildung 2: Die Verpflanzung der Bäume, Foto: Daniel Hartmann.....	19
Abbildung 3: Die verschiedenen Parameter mit einem Beispiel aus der Aufnahme. Die aufgenommenen Werte sind Zahlen um mögliche Tippfehler zu vermeiden und die Datenauswertung zu erleichtern. Quelle: excelfile Marc Vögelin.....	21
Abbildung 4: Die beiden Kantenlängen des gleichseitigen Dreiecks a und b werden der Höhe des Baumes und dem Abstand zum Baum gegenüber gestellt. Quelle: (Schutzgemeinschaft Deutscher Wald, 2018.....	22
Abbildung 5: Das Gleichschenklige Dreieck ist auf einem Stativ fixiert. Mithilfe einer Wasserwaage wird die waagerechte Position der Kathete garantiert. Quelle: Foto Marc Vögelin.....	22
Abbildung 6: Die Bestimmung des Kronenradius .....	23
Abbildung 7: Vitalitätsstufen im Überblick. Quelle: Foto Marc Vögelin.....	24
Abbildung 8: Referenzbilder Wurzelanlauf. Quelle: Foto Marc Vögelin.....	26
Abbildung 9: Der typische Habitus von <i>Betula pendula</i> , belaubt und unbelaubt, Quelle:baumkunde.de .....	27
Abbildung 10: Bäume in den verschiedenen Oberflächen, Fotos: Marc Vögelin.....	29
Abbildung 11: Artendiversität.....	31
Abbildung 12: Das Verhältnis von Höhe und Kronenansatz .....	34
Abbildung 13: Das Verhältnis von Baumhöhe und Stammumfang .....	35
Abbildung 14: Verortung des Verhältnis von Baumhöhe und Stammumfang.....	36
Abbildung 15: Vitalitätsstufen im Überblick.....	37

Abbildung 4: Verhältnis der Vitalitätsstufe zum Stammumfang.....	38
Abbildung 17: Verhältnis der Vitalitätsstufe zur Abweichung von der Optimalform.....	39
Abbildung 18: Bäume mit sekundärer Krone.....	40
Abbildung 19: Bäume mit Stammausschlägen.....	41
Abbildung 20: Bäume mit deutlichem Wurzelanlauf.....	42
Abbildung 21: Kategorisierung.....	44
 Tabelle 1: Numerische Parameter .....	 32
Tabelle 2: Korrelationskoeffizienten.....	33

## 10 Anhang

### Anhang A

#### Leifadeninterview

*1. Welche sind aus Ihrer Sicht die Kernproblem von Bäumen in innerstädtischen Brennpunkten?*

- Grossen Vitalitätsunterschiede auf einem Areal trotz derselben Gattung und Art
- Bekannte Krankheiten und Schädlinge von Betula in der Stadt Zürich

*2. Was denken sie zur Deutung der Körpersprache von Bäumen?*

- VS0-3 im Winter anhand der Wipfeltriebe
- Interpretation von Reiterationen

*3. Begründen Sie die Wahl der Parameter für eine aussagekräftige Baumanalyse*

- Inhalt des vorliegenden Werkzeuges

*4. Was würden Sie tun, wenn Sie von der Stadt den Auftrag erhalten würden, ein Pflegekonzept für die nächsten 10 Jahre zu entwerfen?*

- Erfolgsversprechende Massnahmen, allgemein und im Bezug auf Boden und Unterpflanzung
- Umgang mit Schnittmassnahmen



## Anhang B

### Interview mit Urs Benz

Tilia Baumpflege

*1. Welche sind aus Ihrer Sicht die Kernprobleme von Bäumen in innerstädtischen Brennpunkten?*

- Abstrahlung: Die Messung aber ist sehr schwierig, aber das Licht in der Krone kann zu verschiedenen Tageszeiten verglichen werden.

- Boden: Dazu gehört die Baumgrube und das Pflanzsubstrat. Entscheidend sind PH-Wert, Substratzusammensetzung und Salzeintrag, der mit dem PH zusammenhängt. Das PH-Problem müsste man als Ausreisser erkennen können. Der optimaler PH wäre 7. Untersucht soll der Boden in den oberen 10 cm werden, weil in diesem Bereich die Auswaschung besonders deutlich erkennbar ist. Weiter sollen Proben im Wurzelballen gemacht werden, weil die Bäume oft aus Norddeutschland oder Holland kommen und die Böden da sehr sandig sind. Die Zusammensetzung des Substrates soll untersucht werden. Dabei ist die Korngrösse und der Skelettanteil besonders wichtig. Im Praxisbeispiel ist die Sickerfähigkeit aufgrund der Chaussierung sicher sehr gering und es kann ein Trockenstandort sein, oder die Problematik von Staunässe mit sich bringen. Um das zu prüfen, müsste man die Baumgrube untersuchen. Und prüfen, ob das Wasser abläuft. Generell stellt es sich Urs Benz schwierig vor, die Versickerung zu messen.

-Qualität der Pflanzen: Bei Ausschreibungen werden oft billige Pflanzen aus Holland angekarrt, die mit kleinen Ballen und grossen Wurzelkappungen geliefert werden. Kann man herausfinden, ob alle Pflanzen vom gleichen Ort kamen? Gleiche Baumschule? Welche Bäume sind wie lange auf der Baustelle herumgelegt? Die Grösse der Bäume ist für Urs Benz mit Stammumfängen 14/16 oder 20/25 vertretbar, erst grösser ist problematisch. Aber die Pflanzenqualität muss stimmen. Es gilt aber je kleiner je besser. Vor allem bei Birke als Pioniergehölz.

-Salzeintrag: Schätzt den Einfluss am Rande des Platzes als sehr gross ein.

*2. Was denken Sie zur Deutung der Körpersprache von Bäumen?*

Eine wichtige Methode, die aussagekräftig ist. Er aber bevorzugt die Aufnahmen im Sommer, da die Belaubung wichtige Parameter beinhaltet. Streicht hervor, dass Bauchgefühl wichtig ist. Argumentiert stark mit der Abweichung von der Optimalform und sieht den Baum als Ganzes.

*3. Begründen Sie die Wahl der Parameter für eine aussagekräftige Baumanalyse von ca. 20-25 Jährigen Birken?*

Baumstammdaten

- Pflanzenart

Technische Daten

- Stammumfang (1m ab Boden, bergseits)
- Rindendicke
- Stammdurchmesser, 2 Messungen O-W, N-S
- Baumhöhe (Bei Laubbäumen und Nadelbäumen verschiedene Vorgehensweise) kann als Vitalitätsmerkmal gesehen werden. Höhen sind für Lastmessungen zentral. In diesem Fall geht jemand mit dem Messband hoch um die Genauigkeit gewährleisten zu können.
- Stammneigung
- Wurzelraum
- Umrandung, Bewuchs
- Substrat

Ausführliche Beurteilung nach IAP-Liste

---

- Frost-Spannungsrisse
- Rindennekrose
- Stammaustriebe
- Grosse Astkappungen: zuwachsend oder nicht, faul oder nicht. Kann nicht auf Vitalität rückschliessen

#### Krone

- Wunden
- Kritische Gabelungen
- Triebängenwachstum (vom Boden aus abschätzen)
- Totholz
- Vitalitätsstufen
- Blattlänge

#### Sonstiges:

- Lichtquellen
- Salzeintrag

*4. Was würden Sie tun, wenn Sie von der Stadt den Auftrag erhalten würden, ein Pflegekonzept für die nächsten 10 Jahre zu entwerfen?*

- Baumansprache: Von weitem anschauen, alles was von Idealbild abweicht fällt auf, Baumumfeld, Boden, bauliche Veränderungen, Stammfuss, Stamm von unten nach oben prüfen, Form, Risse, etc. vermerken, Hauptvergabelung, Kronenstruktur, Vergabelungen, Kronenverlichtung, Rückschnitte, dürre Äste, Totholz und Triebblängenzuwachs aufnehmen. Die Grösse der Blätter, deren Vergilbung und Schädlingsbefall dokumentieren.
- Bäume Kategorisieren: 1. Stufe: Super Baum, braucht keine Massnahmen, 2. Stufe: Sieht zwar gut aus, aber braucht schwache Eingriffe, 3. Stufe: Grössere Probleme, braucht starke Massnahmen, 4. Stufe: Stark geschädigte Bäume: braucht starke Massnahmen, 5. Sehr stark Gefährdet: Aufwand wäre zu gross! Stufe 3 bis 5 werden eingehender untersucht.
- Tendenzen auf dem Platz feststellen. Schlechten Bäume ersetzen, aber nicht *Betula*, sondern eine stadtklimafeste und gegen Bodenverdichtung resistente Art: Trockenexponierte Leguminosen, z.B. *Sophora* oder *Gleditsie*. Dabei sollten nur verdichtbare Baumsubstrate eingesetzt werden
- eine andere Taktik wäre das sukzessives Ersetzen der unfitten Bäume um Schattenstandorte weiterhin garantieren zu können.
- Salzeintrag beschränken
- Verhältnisse: Stammdurchmesser und Höhe nicht direkt vergleichbar. Solche Verhältnisse lassen Rückschlüsse zu, die nicht korrekt sind, weil sie zu viele Faktoren weglassen. Stammumfang-Vitalität-Sekundärkrone wäre spannend! Zusammenhang Vitalität und Stammfuss untersuchen. Stammumfang-Vitalität vergleichbar. Kongruenz von Vitalität und Bodenbeschaffenheit untersuchen.

### *Sonstiges*

- Grundlegende Unterschiede zwischen VTA und dem Vorgehen nach IAP. Urs Benz schätzt die VTA als nicht zielführend ein und die Ansätze von Mattheck als zu theoretisch und zu stark vereinfacht.

- Überwallung sehr schwer aufzunehmen.
- Bäume werden oft zu tief gepflanzt: Könnte an Stammbasis schauen, ob die Bäume zu tief gepflanzt sind.
- Verdichtung durch Fussgänger
- Mischbestände fördern!
- Feedback: Die Parameter dieser Bachelorarbeit sind gut: Es lässt sich eine fundierte Aussage machen!

## Anhang C

### Interview mit Antje Lichtenauer

baumbüro.ch

#### *1. Welche sind aus Ihrer Sicht die Kernproblem von Bäumen in innerstädtischen Brennpunkten?*

- Boden: Zu wenig Wurzelraum, Bodenverdichtung, falsche Substrate, Zu tief gepflanzte Bäume, Unterkellerungen z.B. Tiefgaragen, Salz- und Urineinträge
- Besonnung, Windverhältnisse, Wurzelverlust infolge Baumassnahmen, Birke reagiert auf trockenheit und Bodenverdichtungen, kennt sonst keine Krankheiten, Halimasch oder ähnliches ist erst im Alter ein Thema, Schneelast ist auch ein grosses Thema, der Habitus wird dadurch stark verändert. Tiefgarage im Untergrund,
- Individualität der Pflanzen: Unterschiedliche Stärken und Schwächen führt zu unterschiedlicher Anpassungsfähigkeit.
- Birke ist trockenempfindlich und anfällig auf Bodenverdichtung. Weiter ist Nassschnee wegen der Hängend Form problematisch. Nicht selten knicken Triebe ab. Krankheiten sind oft erst im hohen Alter ein Thema.

#### *2. Was denken Sie zur Deutung der Körpersprache von Bäumen?*

- Wichtiger Parameter, lässt anhand von Verzweigungsstruktur und Treiblängenwachstum sehr allgemeine Aussagen über Vitalitätsmängel zu. Woher sie aber kommen, ist schwer zu deuten.

*3. Begründen Sie die Wahl der Parameter für eine aussagekräftige Baumanalyse von ca. 20-25 Jährigen Birken?*

- Höhe, Stammdurchmesser
- Trieblängenzuwachs, Verzweigungsstruktur nach Roloff
- Belaubungsdicht ein den Sommermonaten. (Zusätzlich zur Verzweigungsstruktur)
- Vorhandensein von Randbereichen, baulichen Massnahmen, Wasser, etc. in Wurzel-nähe einbeziehen
- Überbaubare Substrate einbauen.

*4. Was würden Sie tun, wenn Sie von der Stadt den Auftrag erhalten würden, ein Pflegekonzept für die nächsten 10 Jahre zu entwerfen?*

- Handlungsbedarf: Die Bäume sind am vergreisen, deshab muss man jetzt handeln. Einige Bäume stehen kurz vor dem point of no return. Es sollten einige schlechte Beispiele gefällt und untersucht werden. Dabei muss auf die Jahresringe, und das Trieblängenwachstum eingegangen werden, um nachvollziehen zu können, wann der der Vergreisungsprozess eingeleitet wurde, ob ein Pflanzschock stattgefunden hat, oder Trockenjahre vorgefallen sind. Es würde sich lohnen das Wurzelwerks von Bäumen in Chaussierung und Beeten zu vergleichen. Antje Lichtenauer vermutet deutliche Unterschiede im Porenvolumen und Sauerstoffaustausch. Von Massnahmen wie der künstliche Belüftung oder dem Einbringen von Flüssigkompost rät Antje Lichtenauer ab. Die Chaussierung sollte geöffnet und unterpflanzt werden.
- Sondierungen in der Chaussierung: Es könnte zu Beginn die Chaussierung aufgebrochen und ungestörter Zylinderprobe gemacht werden. Um das Wurzelwachstum, der Wurzelradius und die Pflanztiefe abschätzen zu können und ob die Wurzeln über die ursprünglichen Baumscheibe hinauswachsen, sollten einige Stammfüsse in 30-40 cm breiten Sondiergräben abgesaugt werden.

- Wurzelraum: Die Verbindung von Baumscheiben sollte geprüft werden.

Verhältnisse: Bodenbeschaffenheit (Unterbepflanzung) muss sich auf Vitalität auswirken. Die Stammausschläge können bedingt mit geringer Vitalität in Verbindung gebracht werden. Stammumfang und Grösse kann relativ gut mit Vitalität in Verbindung gebracht werden. Überwallung von Astungswunden kann man nicht direkt mit Vitalität in Verbindung gebracht werden. Geringe Vitalität und fehlende Wurzelanläufe können in Verbindung gebracht werden. Antje Lichtenauer würde nur gestützt auf die Überwallung keine Aussagen zu Vitalität machen. Windschneise und Lichtquelle werden als nicht relevant eingeschätzt. Umfang des Stammes zeigt grossen Holzzuwachs und somit sicher hohe Vitalität. Ein Baum mit vielen Wunden hat tendenziell geringe Vitalität

*Sonstiges:*

Birke macht oft Konkurrenztriebe im oberen Kronendrittel, kann durch falschen Jungbaumschnitt oder schwachen Haupttrieb ausgelöst werden sein.

Chaussierung ist ja sowieso nicht sickerfähig. Wirkt für den Baum wie eine Betonplatte.

Sie meint es sei nicht nigra, sondern papyrifera

Randsituation, am Rand kann weniger gut verdichtet werden, an die Strasse, vielleicht konnte man hinten nicht mehr gut verdichten, ... hat irgendwo eine Lücke gefunden, das ist aber anhand von Bodenproben schwierig zu nehmen.

Stammumfang durch diesen Faktor teilen ergibt Alter. In diesem Falle Durchmesser=Alter (Daten von Hamburg)

Wurzeln suchen Übergänge: Unterschiede Porenvolumen oder Wurzeln

Birke macht wenig Stammausschläge. Kann durch Stress oder Schnittmassnahme

Schichtbrüche sind spannende Zonen für Wurzeln, da durch Gefrieren und Tauen Hohlräume gebildet.



Die Birke ist ein schlechter Abschotter und Überwaller.

Literaturhinweise: Wurzelwachstum von Kutschera und Lichtenegger, Wurzeln der Stadtbäume von Hartmut Balder

## Anhang D

### Formular für Bonitierung der Stadtbäume vom Institut für Angewandte Pflanzenbiologie Schönbuch.

1. Gemeinde										2. Strassencode										3. Strassenname										4. Datum										5. Bonitiererin									
ID Standort										6. Baumnummer										Stamm										Krone										Parasiten									
										7. Baumart																																							
										8. Standfläche (R, B, F)																																							
										9. zusätzlicher Wurzelraum (K, V, P)																																							
										10. Einfassung (E, H, S)																																							
										11. Bewuchs (O, R, U, W)																																							
										12. Bedeckung (M, P, R, S, B, K)																																							
										13. Standortbelastung (V, U, O)																																							
										14. Technische Einrichtungen (B, P, M)																																							
										15. Stammdurchmesser (cm)																																							
Länge (cm)										Breite (cm)										Ort (W, B, M, K)																													
Ursache (P, F, G, Ü)										Art (F, R)										19. Pilzfruchtkörper am Stamm (Anzahl)																													
20. Faulende Astwunden (Anzahl)										21. Schleimflussflecken (Anzahl)										22. Kronenverlichtung (%)																													
23. Totäste zentral (0-9)										24. Totäste peripher (0-9)										25. Fruktifikation (0-9)																													
26. männliche Blüten										27. Blatttrandverfärbung (0-9)										28. Interkostalverfärbung																													
30. Gesamtverfärbung (%)										31. Spinnmilben Intensität										32. Gallmilben Intensität																													
33. Lochfrass Intensität										34. Blattbräune Intensität										35. Art 5 Intensität																													
36. Art 6 Intensität										37. Art 7 Intensität										38. Art 8 Intensität																													
39. Gesamtschädigung																																																	

# Formular für die Baumdatenerfassung der Tilia Baumpflege AG

Baum ID						
<b>Krone</b>						
Anzahl grosser Wunden (1-9 St.; v)						
Anzahl kritischer Gabelungen (1-9 St.; v)						
Stabilität (sichtbar) (S, M, K)						
Kronenverlichtung (%)						
Kronenverfärbung (%) / g oder a						
Blattrandverfärbung (%)						
Wipfel dürr (in % der Kronenlänge)						
Totastanteil: zentral / peripher	/	/	/	/	/	/
Sekundärtriebanteil (0, I, m, s)						
Triebwachstum in cm oder Text						
Blattlänge (cm)						
Vorzeitiger Laubfall (0, I, m, s)						
Fructifikation (0, I, m, s)						
Gesamtschädigung (%)						
1. Parasit / Befall (I, m, s)	/	/	/	/	/	/
2. Parasit / Befall (I, m, s)	/	/	/	/	/	/
Wichtigster Holzpilz (1-9 St.; v)	/	/	/	/	/	/
Freier Text						

[illegible]

**Legende:**  
**Wassnahmenkürzel:** Baumkontrolle=bak / Beobachten ev. Spritzen=bes / Bonitieren=bon / Dürholz entfernen=dhe / Ersatzpflanzung=eps  
 Fällen= fae / Giessen=gie / Kronenaufbauschnitt=kas / Kronenbegrenzungsschnitt=kbs / Kronenentlastungsschnitt=kes / Kronenerziehungsschnitt=kez / Kronenformschnitt=kfs / Kronenkorrekturschnitt=kks / Kronenteileinkürzung=kte / Kronenverankerung=kve / Kronen-

Anlage:	Plan Nummer:	Beurteilungsdatum:	Beurteilt durch:
<b>(A) Baumstammdaten</b>			
Baum ID:			
Pflanzenart / Baum geschützt (ja)	ف /	ف /	ف /
Strassenbaum (ja) / Bedeutung, markant	ف /	ف /	ف /
Pflanzdatum / Keimjahrgang	/	/	/
Freier Text			
<b>(B) Technische Daten</b>			
Anzahl Stämme (Stück)			
Stammumfang (cm), auf 1m bergseits			
Rindendicke (cm)			
Stammdurchmesser 1 / 2 (cm)	/	/	/
Baumhöhe / Krone-O (m)	/	/	/
Stammneigung (°) / - Richtung	° /	° /	° /
Wurzelraum (B, R, F) / (m <sup>2</sup> , m)	/ m <sup>(2)</sup>	/ m <sup>(2)</sup>	/ m <sup>(2)</sup>
Umrandung (E, S, M)			
Bewuchs (O, V, K, G + Auswahl)			
Zusätzlicher pot. Wurzelraum (K, V, P)			
Baumscheibendeckung			
Freier Text			
Substrat ganze Baumgrube			
Tech. Baumschutz: Stammschutz (ja), Baumscheibenschutz (ja) / freier Text	ف / ف /	ف / ف /	ف / ف /
Belüftung (ja) / Bewässerung (ja)	ف / ف	ف / ف	ف / ف
Bautätigkeit (freier Text)			
Andauernde Standortbeeinträchtigung			
Freier Text			
<b>(E) Ausführliche Baumbeurteilung nach IAP-Liste</b>		Beurteilungsdatum:	Beurteilt durch:
<b>Stamm</b>		Wetter am Beurteilungsdatum:	
Frost + Spannungsrisse: offen/vernarbt	/	/	/
Gesamtlänge offen (cm)			
Rindennekrosen (Rn) (1-9 St.; v)			
1. Rn Lage			
Länge			
Breite			
2. Rn Lage			
Länge			
Breite			
Schleimfluss (1-9 Stück oder viele=v)			
Stock- / Stammaustriebe (ja)	ف	ف	ف
Offene Wunden am Stamm (1-9 St.; v)			
1. Wunde: Lage			
Länge			
Breite			
Faulend (f) / zuwachsend (z)			
Mögliche Ursachen			
Freier Text			
2. Wunde: Lage			
Länge			
Breite			
Faulend (f) / zuwachsend (z)			
Mögliche Ursachen			
Freier Text			
Verdacht: Wurzelschäden/Stockfäule	ف	ف	ف
Freier Text am Stamm			

## **Legende zum Baumkat-Programm.**

### ***Bedeutung***

- A : Alleebaum
- G : Baumgruppe
- S : Solitärbaum

### ***Stammneigungs-Richtung***

- N: Nord
- NO: Nord-Ost
- NW: Nord-West
- O: Ost
- S: Süd
- SO: Süd-Ost
- SW: Süd-West
- W: West

### ***Wurzelraum***

- B: Baumscheibe
- F: Freies Gelände/Park
- R: Rabatte

### ***Zusätzlicher potentieller Wurzelraum***

- K: Keiner
- P: Park
- V: Vorgarten

### ***Umrandung***

- E: Belagsabschluss ebenerdig
- M: Mauer (Ausbreitung Wurzelwerk begrenzt)
- S: Stellriemen, Rand- oder Bundstein erhöht

### ***Bewuchs***

- O: ohne Bewuchs
- V: verholzt
- K: krautartig
- G: Gräser
- Vw: wild gewachsener verholzter Bewuchs
- Kw: wild gewachsener krautiger Bewuchs
- Gw: wild gewachsener Gräser-Bewuchs
- : oder gemäss ausführlicher Liste in Legende \*2

### ***Baumscheiben-Bedeckung***

- A : Asphalt
- B : Bodenbedeckung
- K : Kies
- M : Mergel
- O : Keine
- P : Pflaster-/Verbund-/Rasengittersteine
- R : Eisenrost

### ***Stabilität***

- K Kontrolle/Pflegemassnahmen notwendig
- M Mässige, mittelmässige Bruchgefahr
- S Stabil



### **Substrat ganze Baumgrube**

- A : Strukturmaterial mit Humusaufgabe
- AB : Ober- / Unterboden; Skelettanteil: Blähton betont
- AH : Ober- / Unterboden; Oberboden: humusreich, Skelettanteil: Kies betont
- AK : Ober- / Unterboden; Skelettanteil: Kies betont
- AMB : Ober- / Mittel- / Unterboden; Skelettanteil: Blähton betont
- AMH : Ober- / Mittel- / Unterboden; Oberboden: Humus, Skelettanteil: Kies betont
- AMK : Ober- / Mittel- / Unterboden; Skelettanteil: Kies betont
- AMV : Ober- / Mittel- / Unterboden; Skelettanteil: Vulkangestein betont
- AV : Ober- / Unterboden; Skelettanteil: Vulkangestein betont
- H : mit Humus aufgefüllt
- S : nur Strukturmaterial ohne Humus
- T : trockenexponiert

### **Andauernde Standort-Beeinträchtigung**

- K: Hundeurin / -Kot
- O: Öl-/Benzinverschmutzung
- U: Überfüllung
- V: Sichtbare Bodenverdichtung
- Z: Zementwasserverschmutzung

### **Lage von Rindennekrosen und Wunden**

- B : Basis
- K : Kronenansatz
- \* : Stammfuss
- S : Stammitte
- W : Wurzel

### **Mögliche Ursachen von Wunden**

- Bp: Baumpflege
- Bs: Baustelle
- Pa: Pathogene
- Ps: Parkierschaden
- Sb: Sonnenbrand
- Va: Vandalismus

### **Wetter am Beurteilungsdatum**

schön, bewölkt oder bedeckt

### **Frost- und Spannungsrisse (offen oder vernarbt)**

1 - 9 Stück oder viele (=v)

**Kronenverlichtung** : 5 %-Schritte (0, 5, 15, 20, ...100  
0/1)

**Kronenverfärbung** : gleiche Skala wie bei 'Kronenverlichtung'  
gesamt (=g) oder astweise (=a)

**Blattrandverfärbung** : gleiche Skala wie bei 'Kronenverlichtung'

**Totastanteil zentral** : 0= nichts oder unbedeutend

- 1 - 25 % =leicht (l);
- 60 % =mittel (m);
- > 60 % =stark (s).

### **Totastanteil peripher, Sekundärtriebanteil, Vorzeitiger Laubfall, Parasiten-Befall Fructifikation**

: gleiche Skala wie bei 'Totastanteil zentral'

## Anhang F

### Rohdaten der Aufnahme

Baumnummer	Gattung_Art_per	Hoehe_m_Aufnahme	Hoehe_m_Def	Stammumfang_m	Stammdurchmesser_m	Kronenansatz_m	Kronenradius_m	Kronendurchmesser_m	Vitalitätsstufe_VS0bis3	Sekundäre_Krone_1Ja_ONein	Zustand_ssekundäre_Krone_1nichtwuechsig_2genuegendwuechsig_3sehrwuechsig
1	1	9.45	11.05	0.57	0.181441986	3.4	2.6	5.2	2	0	
2	1	13	14.6	0.7	0.222823492	3.6	3.8	7.6	1	0	
3	1	14	15.6	0.6	0.190991565	3.25	3.2	6.4	1	0	
4	1	16.5	18.1	0.66	0.210090721	3.6	3.2	6.4	0	0	
5	1	12.6	14.2	0.54	0.171892408	3.1	3.7	7.4	0	0	
6	1	13.3	14.9	0.6	0.190991565	3.87	3.4	6.8	2	0	
7	1	10.3	11.9	0.56	0.178258794	3.5	3	6	2	0	
8	1	9.1	10.7	0.47	0.149610059	2.8	2	4	3	0	
9	1	12	13.6	0.52	0.165526023	2.62	1.7	3.4	1	0	
10	1	11.7	13.3	0.66	0.210090721	2.66	1.3	2.6	0	0	
11	1	12.5	14.1	0.54	0.171892408	3.37	1.2	2.4	0	1	3
12	1	14.7	16.3	0.76	0.241922648	3.47	2.4	4.8	0	0	
13	1	14.1	15.7	0.74	0.235556263	3.1	2.4	4.8	2	0	
14	1	12.4	14	0.44	0.140060481	2.8	1.4	2.8	2	0	
15	1	13.8	15.4	0.65	0.206907528	3.5	1	2	1	1	3
16	1	18.9	20.5	0.9	0.286487347	3	1.8	3.6	0	0	
17	1	15.6	17.2	0.63	0.200541143	2.85	1.2	2.4	3	1	2
18	1	13.6	15.2	0.63	0.200541143	3.3	1.1	2.2	0	0	
19	1	14.4	16	0.54	0.171892408	3.8	1.2	2.4	2	0	
20	1	18.3	19.9	0.89	0.283304154	3.1	1.6	3.2	0	0	
21	1	12.6	14.2	0.53	0.168709215	3.35	1.7	3.4	1	0	
22	1	13.6	15.2	0.54	0.171892408	2.5	1.3	2.6	0	0	
23	1	9.1	10.7	0.5	0.159159637	2.75	2	4	1	1	3
24	1	21.6	23.2	0.94	0.299220118	3.7	2.5	5	1	0	
25	1	16.5	18.1	1	0.318319274	4	3.5	7	0	1	3
26	?	16.9	18.5	0.59	0.187808372	4	3	6	2	1	2
27	1	18.2	19.8	0.58	0.184625179	4.26	1.9	3.8	2	1	2
28	1	20.4	22	0.62	0.19735795	3.3	2.1	4.2	2	0	
29	1	22.1	23.7	0.8	0.254655419	4.3	3	6	1	0	
30	1	11.4	13	0.6	0.190991565	2.9	1.2	2.4	2	1	3
31	0	9.3	10.9	0.42	0.133694095	3.35	1.2	2.4	3	0	
32	1	10.9	12.5	0.38	0.120961324	2.85	1.2	2.4	1	1	3
33	1	11.8	13.4	0.8	0.254655419	2.6	1.4	2.8	0	1	3
34	0	10.2	11.8	0.51	0.16234283	4.1	1.3	2.6	1	0	
35	1	20.9	22.5	0.67	0.213273914	4.3	2.6	5.2	1	0	
36	1	15.9	17.5	0.64	0.203724336	4.34	1.6	3.2	0	1	3
37	0	10.9	12.5	0.47	0.149610059	4.05	1.3	2.6	2	1	2
38	0	10.8	12.4	0.41	0.130510902	3.29	1.8	3.6	3	1	2
39	0	12.1	13.7	0.45	0.143243673	3.74	1.3	2.6	3	0	
40	1	20.3	21.9	0.72	0.229189877	3.2	1.8	3.6	0	0	
41	?	15.4	17	0.63	0.200541143	2.84	2.3	4.6	0	0	
42	1	15.3	16.9	0.78	0.248289034	2.81	2.5	5	0	1	3
43	1	17.6	19.2	0.62	0.19735795	3.8	1.4	2.8	0	0	
44	1	17.9	19.5	0.53	0.168709215	3.1	1.8	3.6	2	1	2
45	1	11.8	13.4	0.61	0.194174757	3.15	1.4	2.8	2	1	3
46	1	13.8	15.4	0.46	0.146426866	3	1	2	0	1	3
47	0	7.7	9.3	0.44	0.140060481	3.3	1	2	2	1	2
48	1	13.9	15.5	0.61	0.194174757	2.9	2.2	4.4	0	1	3
49	0	13.5	15.1	0.44	0.140060481	3.86	1.6	3.2	3	0	
50	1	9.2	10.8	0.39	0.124144517	3.8	1.6	3.2	3	1	2
51	1	16.1	17.7	0.53	0.168709215	2.9	1.9	3.8	3	1	2
52	1	13.8	15.4	0.46	0.146426866	3.83	2	4	2	0	
53	0	10.2	11.8	0.36	0.114594939	3.4	1.8	3.6	3	1	1
54	0	12.2	13.8	0.37	0.117778131	3.9	2.1	4.2	3	1	3
55	1	20.4	22	0.93	0.296036925	3.35	3	6	0	1	3
56	1	14.8	16.4	0.63	0.200541143	3.2	3.1	6.2	2	1	1
57	0	11.4	13	0.41	0.130510902	3.6	1.8	3.6	2	1	2
58	1	13.1	14.7	0.52	0.165526023	3.1	1.8	3.6	3	1	2
59	0	12.6	14.2	0.51	0.16234283	2.9	1.8	3.6	2	0	
60	0	11.3	12.9	0.63	0.200541143	2.73	1.9	3.8	2	1	2
61	1	12.1	13.7	0.46	0.146426866	3.16	1.9	3.8	3	0	
62	0	10.2	11.8	0.4	0.12732771	3.51	1.7	3.4	3	1	3
63	1	13.4	15	0.46	0.146426866	3.5	1.9	3.8	1	0	
64	0	11.3	12.9	0.52	0.165526023	3	2.1	4.2	3	1	2
65	1	15.8	17.4	0.5	0.159159637	3.79	1.5	3	3	0	
66	0	8.2	9.8	0.35	0.111411746	3.7	1.3	2.6	3	0	
67	0	13.2	14.8	0.41	0.130510902	3.4	1.4	2.8	3	1	1

Ueberwallung_von_juengst terAstkappung_0nichtvorh anden_1schwach_2mittel 3stark	Stammfuss sichtbar_1Ja_0 Nein	Stammausschlag	Abweichungen_von_der _Optimalform_1starke_A bweichungen_2schwach eAbweichung_3inderNor m	Krankheit_1Ja_0Ne
1	1	1	1	0
1	1	1	1	0
2	0	0	3	0
1	1	0	3	0
0	0	0	3	0
1	0	1	3	0
1	1	0	3	0
2	1	1	3	0
2	0	0	3	0
	0	0	3	0
2	1	0	2	0
1	1	0	3	0
1	1	0	2	0
2	0	0	2	0
1	0	0	1	0
0	0	0	3	0
1	0	0	2	0
0	0	0	3	0
0	1	0	2	0
0	1	0	3	1
0	1	0	2	0
1	0	0	2	0
1	0	0	1	0
1	1	0	2	0
2	1	0	1	0
1	1	0	3	0
1	1	0	2	0
0	0	0	3	0
1	0	1	1	0
1	1	0	3	0
1	0	0	2	1
1	0	0	2	0
0	0	0	3	0
1	0	0	3	0
1	1	0	3	0
1	0	0	3	0
1	0	1	2	0
2	1	0	2	0
1	0	1	1	0
1	0	0	2	0
0	1	0	3	0
1	1	0	1	0
1	0	0	3	0
1	0	0	1	0
2	0	0	3	0
0	0	0	2	0
1	1	1	1	0
1	1	0	3	0
2	1	0	2	0
1	0	0	1	0
2	1	0	1	0
2	0	1	1	0
2	0	0	1	0
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	0	0	1	0
2	0	1	2	0
0	0	1	3	0
0	1	0	3	0
1	0	0	1	0
1	0	0	3	0
2	1	1	1	0
1	0	0	1	0
1	0	0	2	0
1	0	1	1	0
1	0	1	2	0
1	0	0	1	0



Bemerkungen	Oberfläche_Boden_1C haussierung_2Baumsch eibe_3Unterbeplanzung	Einfluss_Direkte_ Lichtquelle_bis4M eter_1Ja_0Nein
einseit von lampe weg, haupttrieb stark hängend, boomerang	2	1
Leittrieb in Konkurrenz, Dreizack	2	1
licht, filigran, 1 unterer Ast ragt weit hinauf, Stammbasis Flaschenartig, Stammfuss, konollen am ersten Ast	2	1
vital, aufrecht, schlank, Ansatz sek. Krone, gross	2	0
klarer schlanker Wuchs, riesige Wunde am Stamm	2	1
1 Ausreissender	2	1
einseitiger Wuchs, oberer drittel mager, starke einzelne äste	2	1
Kroneinkuerzung unten, Dreiecksform, Leittrieb definiert, Leittrieb hängt, Stammausschläge, Stammschaden	1	1
Stammfuss, 2 starke Äste,	1	1
sehr schlank, fein garniert, einzelne Starkäste, Stammverformung	1	1
sek. Krone, Zwiesel, Haupttrieb unter Konkurrenz, Stammschaden Band	1	0
Leittrieb unter Konkurrenz, Dunkel im Kronenansatz, Stammschaden Band	1	1
ungleicher Wuchs, Leittrieb unter Konkurrenz	3	1
ungleicher Wuchs, filigran, Stammfuss, stark hängender Ast	1	1
sek. Krone, Loch in der Kronenmitte, ungleicher Wuchs, krummer Wuchs, Moos am Stammfuss	1	0
Starkast konkurriert Leittrieb	1	1
Dunkler Stamm, unklare Kronenhierarchie, Wurzelanläufe sichtbar, verdickter Stammfuss, Stammschaden	3	1
Haupttrieb mit Knie, starker Seitenast, Moos am Stammfuss	1	1
ungleicher Wuchs, dunkler Stamm, Stammfuss	1	1
mächtig, Knubbel, gesund, Ausreisser im oberen Viertel, Stammverformung, Stammfuss	3	0
Leittrieb abgestoreben, Loch in der Krone, Stammschaden	2	1
Schaden Kronenansatz, einseitiger Wuchs, förmig oben	1	1
Trichterförmige Krone, Baumbusstock als Hilfestellung für Wuchs	1	1
Zwiesel, mächtig, Bananenwuchs	3	0
mächtig, unklare Kronenhierarchie	3	1
dunkler Stamm, krummer Stamm, fein garniert, Stamm nicht rund, Krone liegt ab	3	0
ungleicher Wuchs, 3 Konkurrenten des Leittriebes, filigraner Wuchs	1	1
Kein Leittrieb definiert, schmaler Wuchs	3	0
Kronenhierarchie unklar, krummer Wuchs, Zwiesel	3	0
sek. Krone, Leittrieb ersetzt, kompakter Wuchs, Stammschaden	2	1
Pilze, stark hängend, kompakt, kümmerlich, gesprengte Rinde	1	1
Leittrieb abgestoreben, filigran, sek. Krone kommt, Schnitte in der Krone, Stammschaden	1	1
Traubenförmig, Zwiesel, dicht, viele kleine Äste, Schnitte in oberer Krone, Moos am Stamm	1	1
filigran, Schnitte in der Krone, Zwiesel, Konkurrenz in der Krone, sek. Krone	1	1
Starkast konkurriert Leittrieb, unklare Kronenhierarchie	1	1
sehr wüchsig, hoch, Leittrieb wird konkurriert	1	0
Leittrieb liegt ab, einseitiger Wuchs, dunkler Stamm, Stammausschläge, sek. Krone, Wasserreisser	1	1
sek. Krone, geschnittener Leittrieb, kein klarer Aufbau, Risse in Bodennähe, Punkte in der Rinde	1	1
geschnitten im Wipfel, einseitiger Wuchs, Wasserreisser, Rinde zerrissen, Moos am Stamm	1	1
sehr schmal, Säulenförmig, oben breiter als unten, fein garniert	1	0
stark wüchsig, Art? Stammschaden, Rinde am Stamm	1	1
wüchsig, Zwiesel, sek. Krone, Knie Leittrieb, Schnitte in der oberen Krone	2	1
sehr regelmässig, Hoher Kronenansatz, Dunkler Stamm	1	0
Wipfelstruktur schlecht, einseitiger Wuchs, starker Ast konkurriert, Stammschaden, Astschaden	1	1
Zwiesel, Kronenwipfel, Astschaden, Stammschaden, Vandalismus	2	1
Zwiesel, unklare Kronenhierarchie, Stammschaden, feine Äste, stark hängend	1	0
unklare Kronenhierarchie, Stammausschläge, schlechter Wundverschluss, Stammfuss Moos	1	1
Loch untere Krone konkurriert Leittrieb, sek. Krone, Wurzel sichtbar	1	1
Hoch aufgeastet, kleine, magere Krone, kümmerlich, dunkle Rinde	1	1
Reiterate, Hoch aufgeastet, sehr unfit, sehr dünne Äste, Überwallung schlecht	1	0
Leittrieb, abgestorben, sek. Krone, Feine Äste	1	1
einseitiger Wuchs, Krone eingekürzt, Löcher in der Krone, Stammausschläge	1	1
stagniert, kleine Stammausschläge	1	1
Starke Reiterate, krummer Wuchs, ungleicher Wuchs, lang und Kurztriebe	1	1
stark hängend, Zwiesel, einzelne Starkäste, mächtig, Wurzel sichtbar	3	0
Sek. Krone, Zwiesel, ungleicher Wuchs, Starkast konkurriert, Astabbruch, nicht optimale Form	3	1
ungleicher Wuchs, Stammausschläge, wenig Zuwachs, tief gepflanzt	1	1
sek. Krone, Hierarchie unklar, Stammausschläge	1	1
Wipfel zerzaust, noch Laub, wenig Zuwachs, kurze Triebspitzen, Stammschaden, Schnitte erkennbar, Rinde löst	1	1
Leittrieb fehlt, sek. Krone, Reiterate untere Krone	1	0
wenig Äste, einzelne lange, starke Äste, viele dünne Äste	1	1
sek. Krone, sehr ungleicher Wuchs	1	1
ungleich garniert, einzelne Ausreisser, Knie Leittrieb, feine Äste	1	1
Zwiesel, abgestorbener Leittrieb	1	1
Bananenwuchs, einzelne Stammausschläge, Flaschenbauch, krummer Wuchs, wächst von Licht weg,	1	1
Reiterationen, dünn, schlechter Wundverschluss, Stammausschläge	1	1
schmale, sek. Krone, stark hängend	1	1

## Anhang G

### Plagiatserklärung



#### **Erklärung betreffend das selbständige Verfassen einer Bachelorarbeit im Departement Life Sciences und Facility Management**

Mit der Abgabe dieser Bachelorarbeit versichert der/die Studierende, dass er/sie die Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst hat.

Der/die unterzeichnende Studierende erklärt, dass alle verwendeten Quellen (auch Internetseiten) im Text oder Anhang korrekt ausgewiesen sind, d.h. dass die Bachelorarbeit keine Plagiate enthält, also keine Teile, die teilweise oder vollständig aus einem fremden Text oder einer fremden Arbeit unter Vorgabe der eigenen Urheberschaft bzw. ohne Quellenangabe übernommen worden sind.

Bei Verfehlungen aller Art treten Paragraph 39 und Paragraph 40 der Rahmenprüfungsordnung für die Bachelor- und Masterstudiengänge an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften vom 29. Januar 2008 sowie die Bestimmungen der Disziplinarmaßnahmen der Hochschulordnung in Kraft.

Ort, Datum: Zürich, 03.04.18

Unterschrift:

...

Das Original dieses Formulars ist bei der ZHAW-Version aller abgegebenen Bachelorarbeiten im Anhang mit Original-Unterschriften und -Datum (keine Kopie) einzufügen.

# Anhang H

## Poster

### Vitalitätsbeurteilung von Jungbäumen in innerstädtischen Brennpunkten Praxisbeispiel Turbinenplatz

#### AUSGANGSLAGE

##### Einleitung

Bäume sind ein wichtiges Gestaltungselement in innerstädtischen Gebieten [1]. Stadtbäume gelangen aber durch Stressfaktoren wie Trockenheit, Hitze und Bodenverdichtung unter enormen Leistungsdruck. Schon in jungen Jahren entstehen ungesunde, ästhetisch nicht ansprechende Bestände [2].

##### Forschungsfragen

- Können durch Interpretation von numerischen Parametern, der Körpersprache von Bäumen und Vitalitätsbeurteilung Aussagen über den aktuellen Zustand der Bäume gemacht werden?
- Ist es möglich, beruhend auf der oben beschriebenen Analyse, für das vorliegende Praxisbeispiel Problematiken zu lokalisieren und situativ angepasste Handlungsfelder herzuleiten?

##### Ziel der Arbeit

In dieser Arbeit wird anhand eines Praxisbeispiels exemplarisch aufgezeigt, wie der Allgemeinzustand junger Gehölzbestände untersucht werden kann. Die Bäume werden mit einem im Rahmen dieser Studie erarbeiteten Gehölzanalysewerkzeug erfasst und anschließend analysiert. Basierend auf der Analyse der Gehölze werden die Bäume kategorisiert und für die verschiedenen Kategorien Handlungsfelder ausgearbeitet.

#### DATENERHEBUNG

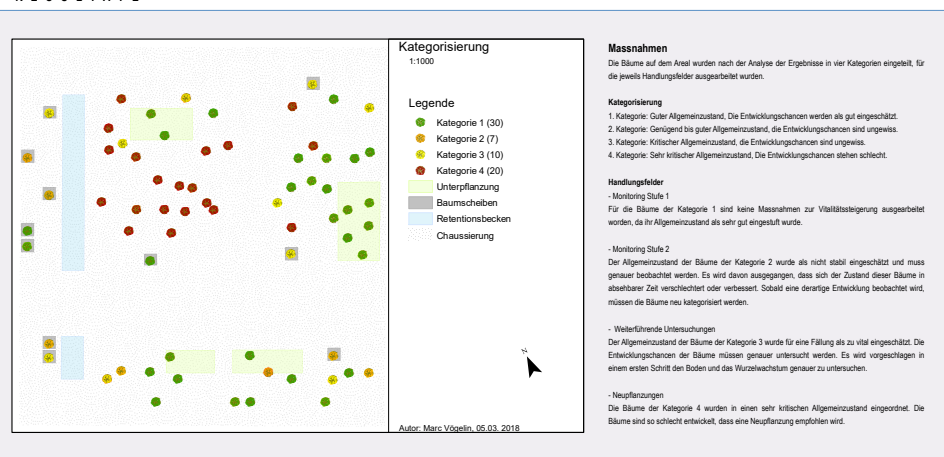
##### Gehölzanalysewerkzeug

Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine Vorgehensweise für die Vitalitätsbeurteilung entwickelt. Auf dem Turbinenplatz in Zürich West wurden 67 Bäume untersucht. Anhand des untenstehenden Beispiels werden die aufgenommenen Parameter vorgestellt.

Allgemeine Daten	Baumnummer	1
	Gattung und Art & pendula=1, Andere=0	1
Numerische Parameter	Höhe in Meter	9.45
	Stammumfang in Meter	0.57
	Kronenansatz in Meter	3.4
	Kronenradius in Meter	2.6
Vitalitätsindikatoren	Vitalitätsstufe VS0-3	1
	Sekundäre Krone 1=Ja, 0=Nein	0
	Zustand sekundäre Krone 1= nichtwüchsig, 2= genügend wüchsig, 3= sehr wüchsig	x
	Überschattung der jüngsten Astkappung 0=nicht vorhanden, 1=schwach, 2=mittel, 3=stark	2
	Wurzelausläufer sichtbar 1=Ja, 0=Nein	1
	Stammausschläge 1=Ja, 0=Nein	1
Erscheinungsbild	Abweichungen von der Optimalform 1= stark, 2= schwach, 3= in der Norm	1
	Krankheit 1=Ja, 0=Nein	0
Besonderheiten und Anomalien	Stammsschaden 1=Ja 0=Nein	1
	Bemerkungen	Nähe Kronenhierarchie, einzelne ausreissende Starkäste im oberen Drittel, grosser Anfahrtschaden
Oberflächenbeschaffenheit	Oberfläche Boden 1= Chausseierung 2= Baumscheibe, 3= Unterbepflanzung	2



#### RESULTATE



#### SCHLUSSFOLGERUNG

Das Gehölzanalysewerkzeug ist praxistauglich, da es auf die vorliegende Situation abgestimmt ist. Die in dieser Arbeit vorgeschlagene Vorgehensweise bietet die Möglichkeit räumliche Tendenzen und Muster erkennbar zu machen und die Handlungsfelder konnten nachvollziehbar ausgearbeitet werden.